المجلد(٦) العدد (٣) ملحق (٣) (آب) ٢٠٢٤م – ١٤٤٦هـ
عدد خاص بنشر بحوث المؤتمر بعنوان (مستقبل الأداء الأكاديمي في ضوء أبعاد التنمية المستدامة) المنعقد حضورياً في بغداد
بتاريخ ٦/ ٧(تموز) /٢٠٢٤م.

# أهمية تطوير المناهج التعليمية للرياضيات و استشراف دورها في مواجهة تحديات الذكاء الاصطناعي

**وليد بن عمار بن محمد السلطاني**
**جامعة تونس الافتراضية – المعهد العالي للتربية والتكوين المستمر/ بتونس**
wsoltani2016@gmail.com

الملخص:
تمثل جودة تعليم الرياضيات تحديا كبيرا لجميع الامم، في العصر الرقمي الحديث نظرا لأهميتها في جميع المجالات الحياتية و المعرفية. من الأهداف الهامة لهذا المقال، تثمين تعلم الرياضيات و تعليمها فضلا عن ضرورة تطوير طرق تدريسها على المستويات المنهجية والتعليمية والتربوية نظرا لوجود روابط متينة بينها وبين الذكاء الاصطناعي، مع تهيئة الطلبة للتحكم الجيد في كيفية استعمال الآليات و التقنيات الحديثة للذكاء الاصطناعي حتى لا تعوق تنمية التفكير الرياضي لديهم مع إبراز الضروريات اللازمة لرفع مستوى تدريس الرياضيات من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي، وتحديد مساهمة جودة تدريسه في مواجهة تحديات الذكاء الاصطناعي.

الكلمات المفتاحية : تطوير ، المناهج التعليمية ، الرياضيات ، التفكير الرياضي ، الخوارزميات ، تكوين المدرسين ، الذكاء الاصطناعي .

**The importance of developing the educational curricula for mathematics and anticipating its role in meeting the challenges of artificial intelligence.**

Walid Soltani
ISEFC-Virtual University of Tunisia
wsoltani2016@gmail.com

**Abstract:** The quality of mathematics education is a major challenge for all nations in the modern digital age due to its importance in all areas of life and knowledge. One of the important objectives of this article is to value the learning and teaching of mathematics. In addition to the need to develop teaching methods at the methodological, educational and pedagogical levels due to the existence of strong links between it and artificial intelligence, while preparing students to have good control over how to use modern mechanisms and techniques of artificial intelligence so as not to hinder the development of mathematical thinking. In addition, highlighting the necessities needed to raise the level of mathematics teaching through AI techniques, and identifying the contribution of the quality of its teaching to meet the challenges of AI.

**Keywords:** Mathematical education, Mathematical reasoning, algorithms, , teacher training, artificial intelligence.

المقدمة :

يعد التعليم الركيزة الاساسية لتقدم الامم و تطورها، إلا أن مستقبل الامم يعتمد على جودة تعليمها و كفاية المدرسين المباشرين بالمؤسسات التعليمية بها. اذ يشهد العالم العربي تحديات كبيرة في مجال تطوير مناهج التدريس تعليمية المواد، لمواكبة التطور العلمي المشهود في القرن الحادي و العشرين ، من بينها مجال علوم الرياضيات نظرا للتصنيف الدولي الذي يشهد انخفاضا حادا.(OCDE, 2023)

الرياضيات تصنف من العلوم المجردة والمعقدة والصعبة لكنها صحيحة و استدلالية وتساعد على فهم الواقع، كما تسهم بشكل كبير في التطور الفكري للمتعلم، إذ توجد في الكثير من أنشطة الحياة اليومية و يتم استعمالها في تقنيات الذكاء الاصطناعي الذي يعد ثورة علمية في العصر الحالي.

(Spencer, 1893 ; Blanché, 1972; Delvin 1997)

فماهي آفاق تطوير تدريس الرياضيات ؟ و هل يمكن رفع مستواها من خلال تدريس الذكاء الاصطناعي؟

في الجزء الأول من المقال، يعرض أهمية الرياضيات و أساسيات تدريسها و تعلمها إلى جانب إبراز المهارات المكتسبة لدى الطلبة من خلال تعلميها فضلا عن شرح معنى التفكير و المنطق الرياضي و صعوبة تدريسه.

(Chellougui, 2009; Grenier, 2012; Mesnil, 2014 ; Jeannotte, 2015 ; Gardes et Grenier, 2016 ; Soltani, 2019 etc.)

الجزء الثاني، يبرز المقال آفاق تطوير تدريس الرياضيات و تعليمها من خلال البحوث في مجال تعلمية الرياضيات.أما في الجزء الثالث، يتيح المقال إظهار الروابط بين الرياضيات و الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسوب والضرورة اللازمة لرفع مستوى تدريس الرياضيات من خلال تقنيات الذكاء الاصطناعي. في الجزء الأخير من البحث سيقع تحديد مساهمة جودة تدريس الرياضيات في مواجهة تحديات الذكاء الاصطناعي.

١- :أهمية الرياضيات وأساسيات تدريسها :

تصنف الرياضيات من العلوم المجردة لأنها تختلف عن العلوم الأخرى فهي تعد نموذجية من خلال صرامتها ودقتها ويقينها. كذلك هي من العلوم الصحيحة التي تدرس المفاهيم و لكنها صارمة دائمًا وفكرية ومعقدة . ( Blanch١٩٧٢ ,)

الرياضيات ليست لغة، ولكنها معرفة ومع ذلك، تؤدي اللغة الطبيعية واللغة الرمزية ، أي الرموز الرياضية دورًا أساسيًا في النشاط الرياضي وفي تعلمها.(Vergnaud, ١٩٩١)

الرياضيات تجعل من الممكن فهم الواقع، فهي تسهم بشكل كبير في التطور الفكري للفرد و تساعد في بناء هويته كما توجد في الكثير من أنشطة الحياة اليومية إذ يتم استعمالها في وسائل الإعلام، والفنون، والهندسة المعمارية، وعلم الأحياء، والهندسة، وعلوم الكمبيوتر الخ.

تعرف جانوت الرياضيات كشكل معين من أشكال الاتصال إلى بيانات معرفية مختلفة إلى حد ما بعض الشيء عن تلك التي نص عليها كما يمر تطور الخطاب الرياضي عبر المجتمع الرياضي. في حركة فردية للخطاب، ثم (إعادة) التواصل، و يتم اقتراح التغييرات في المفردات أو الروتين أو الوساطة البصرية، ورفضها، والتفاوض بشأنها(.(Jeannotte, 2015

وفقا لجانوت الرياضيات أو الفكر الرياضي، يمكن وصفه خطابًا فهي تعد الرياضيات في المقام الأول وهو نشاط استطرادي، ومن ثم يتطور من خلال التغيير في الخطاب. فالخطاب الرياضي له مفرداته الخاصة، وروتينه المميز، وبياناته المقبولة عمومًا من قبل المجتمع الرياضي. لذلك ضمن هذه النظرية، يتم تعريف المفاهيم الرياضية على أنها مفاهيم مجردة يتم بناؤها من التجديد.

من خلال تصنيف الرياضيات على أنها من العلوم المجردة والمعقدة (Blanché, 1972) وجب الاهتمام بالجانب البيداغوجي والديداكتيكي في تدريسها وتعلمها وتركيز الآليات الكفيلة بذلك . لذلك تعد (Jeannotte, 2015 ) أن مصطلح التعلم نوع معين من تطور الخطاب لدى الفرد، وهو ما يجعل خطاب الطالب يميل نحو خطاب راسخ بالفعل (اجتماعيًا). و يمكن أن يكون هذا التطور متفق مع النظرية المعرفية وفقا لطريقتين: مستهلكة أو منتجة.

إن رؤية التعلم كتغيير في الخطاب يعني أن تدريس الرياضيات يتمثل في جعل الطالب: أولا يتواصل مع الآخر و ثانيا يغير خطابه. وقد اتضح أن تدريس الرياضيات ليس نقلاً للمعرفة فقط بل يتعلق الأمر بتمكين الطلبة من تجربة هذه الثقافة الرياضية و هذا النشاط الاستطرادي. كما يتعلق الأمر بجعل الطلبة (يعيدون) بناء الرياضيات من خلال المشاركة في الخطاب الرياضي. ويسمح لهم بمشاركة القواعد الاجتماعية والمفردات والوسطاء المرئيين لهذا الخطاب. يصبح الفصل مجتمعًا رياضيًا إذ يظهر الخطاب و قد يتفرد الطالب بهذا الخطاب.

الخطاب الرياضي يستمد من الخطاب الذي يقيمه العلماء ذوي الخبرة؛ فالرياضيات لديها قواعدها ومفرداتها ووسطائها المرئيين ورتابتها .يقوم المعلم بدور مركزي من خلال دوره كمسؤول عن دعم وتوجيه الطالب في تعلمه الخاص، ولكن أيضًا لتهيئة الظروف المواتية لتعلم الرياضيات أو ممارستها في الحياة العامة. فضلا عن ذلك، فإن المعلم هو حامل هذه الثقافة الرياضية بحيث يجعل طلبة الرياضيات متناسقين قدر الإمكان. و للقيام بذلك تعد الأسئلة والمناقشات والتفاوض مع المجموعة ممارسات ضرورية، وكذلك إنشاء أنشطة استكشاف رياضية غنية لكل طالب.

تظهر الكثير من الدراسات أن صعوبات تدريس الرياضيات غالبًا ما ترتبط بالمعرفة غير الكافية والإتقان الجزئي جدًا للتقنيات والإجراءات المرتبطة بها. لكنه من المعلوم أيضًا أنه بغض النظر عن موضوع المعرفة فإن الأشخاص الأكثر معرفة ليسوا الأكثر فاعلية في التدريس.

تركز برامج تدريس الرياضيات في جل دول العالم على تطوير مهارات عديدة وثيقة الصلة لدى الطلبة من بينها : حل المسائل الرياضية، نشر التفكير الرياضي، التواصل باستعمال لغة رياضية و الخوارزميات.

يقع حل المسائل في صميم الأنشطة الرياضية وكذلك في الحياة اليومية. أما مهارة نشر التفكير الرياضي فهي حجر الزاوية في أي نشاط رياضي و في حالة التعلم ( التطبيق، حل المشكلات أو الأنشطة الأخرى). الطالب الذي يستعمل التفكير الرياضي يبني تفكيره من خلال دمج مجموعة من المعارف. كما يتم أيضا معالجة المفاهيم الرياضية التي تتطلب التفكير المنطقي المطبق على حل المسائل.

التفكير الرياضي يعد عنصرًا مركزيًا في تحصيل كل فرد على ثقافة رياضية، فهو ضروري لتعلم الرياضيات. لهذه الغاية تؤكد( Sierpinska,٢٠٠٥)) قائلة : «إن التفكير الرياضي يجعل الطلبة أكثر سيطرة على ما يفعلونه في الرياضيات والمجالات الأخرى».

توجد الكثير من المصطلحات المرتبطة بالتفكير الرياضي: الاستقراء والاستنباط والتفكير الجبري و التفكير الهندسي و التفكير الاحتمالي و التفكير الإحصائي الخ. ينقسم التفكير الرياضي إلى شكلين رئيسين عموما احدهما هو الاستنباط و الآخر هو الاستقراء ولكل من تفكير طريقته الخاصة و تبريره. نبدأ بالاستنباط يعرف على انه تفكير يسير الدليل فيه الدليل من العام إلى الخاص أما جانوت فتبرز على انه كل استدلال لا تكبر نتيجته المقدمات التي تكون منها ذلك الاستدلال.

فيما يتعلق بالاستقراء فان الدليل يسير فيه من الخاص إلى العام و يعرفه (Cozic, ٢٠٠٩ ) على انه الاستدلال الذي تكبر نتيجته المقدمات.

و قد بين بحث الماجستير (Soltani, ٢٠١٩) صعوبة تدريس ما يسمى بالتفكك بالحالات ( proof by cases) وهو نوع من التفكير الاستنباطي و الاستدلال بالتراجع (Mathematical induction) وهو تفكير استقرائي لأسباب معرفية و كذلك مؤسساتية كالبرامج و تكوين مدرسي الرياضيات في هذا المجال.

بشكل عام، هناك ثلاثة أقطاب تناولت مفهوم التفكير الرياضي منها النفسي ،الفلسفي و تعلمية الرياضيات. من جانب التعريف النفسي للتفكير فانه يسمح لنا بتحليل تطور التفكير في بيئة المتعلم وقد اعتمد هذا التعريف (Brousseau et Gibel, ٢٠٠٥) استنادا إلى (Oléron, ١٩٧٧). أما بالنسبة إلى الفلسفة فهي تهتم بشكل أساس على الاستدلال نفسه، من وجهة نظر معرفية، أي بصحة التفكير(Blanché, ١٩٩٥). أما تعلمية الرياضيات فاهتمامها بتدريس التفكير لدى الطلبة في النشاط الرياضي و تطويره.

ان استعمال مهارة التواصل باستعمال لغة رياضية، يتم من خلالها السعي وراء هدف مزدوج يتمثل الأول في تخصيص عناصر من اللغة الرياضية: التعريفات ، وأنماط التمثيل ، والرموز ، والتدوين ، كما يتم

استدعاء الطالب لتعلم كلمات جديدة فضلا عن المعاني المختلفة لـ "كلمة معروفة". ويتمثل الثاني في القدرة على إنتاج رسالة لشرح عملية أو منطق.

تناولت الكثير من الأبحاث في مجال تعلمية الرياضيات (Mathematical education) القضايا المتعلقة بالتفكير والاستدلال الرياضي من بينها:

(Chellougui, 2009; Grenier, 2012; Mesnil, 2014 ; Gardes et Grenier, 2016 ; Soltani, ٢٠١٩). وقد سلط بعضها الضوء بوضوح على الصعوبات التي يواجهها الطلبة في عمليات التفكير لتقديم الاستدلال والبرهان ذات الصلة. في بعض الأحيان يمكننا العثور على طلبة يواجهون صعوبة في التفكير أو لا يستطيعون تبرير الدليل الرياضي. وهي نتيجة تعالج الأسباب الجذرية لسوء فهم مناهج التفكير الرياضي والظروف التي يمكن أن تجعلها متاحة.

(وفقًا لـ Sierpinska, ٢٠٠٥) "إن القيام ببرهان رياضي صعب. كما أن تقييم برهنة الطلبة و استدلالهم ليس بالأمر السهل ".

التواصل هو الوظيفة الأساسية للغة في مجال الرياضيات. التواصل باستعمال اللغة الرياضية هو تفسير رسائل شفوية وإنتاجها وكتابتها و تجمع بين اللغة الطبيعية وبين عناصر محددة في اللغة الرياضية كالرموز و الصور(Hache, ٢٠١٣,٢٠١٥).

ترتبط هذه المهارة ارتباطًا وثيقًا بتصور وشرح المعرفة والعمليات والمنهج الذي تشكل أساس التفكير الرياضي كما تلعب دورًا أساسيًا في جميع الأنشطة الرياضية من ناحية و تساعد على تحسين وتعميق فهم المفهوم الرياضي ومن ناحية أخرى يتعلق بكتابة الأدلة (Hache et Mesnil, ٢٠١٣).

رغم ذلك نجد بعض الطلاب لديهم فجوات للتواصل باستخدام اللغة الرياضية أو الفشل في كتابة وتبرير الأدلة الرياضية. في الواقع، الأبحاث في مجال تعلمية الرياضيات تظهر صعوبات لغوية مستمرة لدى المتعلمين ( Soltani et Chellougui, 2023 Hache ; Soltani, 2019, ٢٠١٣, ٢٠١٥;).

التفكير الرياضي و التواصل بلغة الرياضية (شفوية كانت أو مكتوبة) عمليتان لا ينفصلان. باختصار اللغة الرياضية تتضمن اللغة الطبيعية والمعجم والرموز الرياضية، هي الأداة وموضوع التفكير.تتطلب مهارة تطوير التفكير الرياضي استعمال مهارة التواصل باستعمال لغة رياضية صارمة.

في ظل هذا التطور الرقمي الذي يشهده العالم أصبح إتقان الخوارزميات من الأهداف الرئيسة لبرامج الرياضيات. فمن خلال الأنشطة المكتوبة أو الشفوية، سيطور الطلبة مهاراتهم لوضع إستراتيجية الحساب (رقمي، خوارزمي، هندسي وإحصائي) للعمل على الخوارزميات والإجراءات. لان الخوارزمية عبارة عن إجراء لحل المشكلات وهي عبارة عن خطوات بناءة و واضحة و منظمة .(Modeste, 2012)

٢- افاق تطوير تدريس الرياضيات :

إن تدريس الرياضيات يجعل الطلبة قادرين على التمييز بين الصواب و الخطأ و التفرقة بين المعلومات و الاستدلال و الحجاج وإبداء الرأي. وقد أصبحت الحاجة إلى تطوير هذا التدريس أكثر وضوحا لأن السيادة الرقمية لأي دولة تشترط بشكل كبير تدريب الطلبة الشباب على الرياضيات لمواكبة التطور الرقمي و علوم الكمبيوتر. قبل تحديد كيفية تطوير تدريس الرياضيات هناك عدد من المبادئ الهامة لا بد من الأخذ بها:

إبراز دور الرياضيات و معناها؛

اقتراح تعليم الرياضيات ذات معنى و وضوح للجميع؛

الاستثمار في تكوين مدرسو الرياضيات؛

التشجيع على التجديد؛

للرياضيات دور هام في المجتمع و الثقافة المعاصرة لان اللغة الرياضية تتكون من ثلاثة أقطاب: لغة الرموز كالجمع و الضرب والتكامل, لغة الرسوم كالأشكال الهندسية والمنحنيات واللغة الطبيعية أي لغة تدريسها بكل دولة كالعربية أو الانجليزية. من الأولويات الاهتمام بتدريب الطلبة على استعمال اللغة الرياضية السليمة في التواصل و كتابة البراهين و الاستدلال الرياضي و عدم الوقوع في الأخطاء اللغوية الرياضية (Soltani et Chellougui, 2023) .

إن تدريس و تعليم أنواع التفكير الرياضي بطريقة سلسة وواضحة هو حجر الأساس في كل وضعية رياضية إلى جانب التركيز على تدريس المنطق الرياضي في خدمة الرياضيات حتى يتسنى فهم الخوارزميات الرياضية لأنه لا يمكن فهم التفكير الرياضي بدون المنطق الرياضي. (Soltani, ٢٠١٩)

يجب الاستثمار في تدريب و تكوين المدرسين المؤهلين لتدريس الرياضيات لجميع المستويات ) مدرسي، إعدادي، ثانوي( فضلا عن دعم التدريب المستمر وتنمية القدرات المهنية لمعلمي الرياضيات وتنسيق جميع الإجراءات الإيجابية الرامية إلى تحسين تدريس الرياضيات وتعلمها: وضع برامج للتعلم عن بعد لتنمية مهارات المعلمين على جميع المستويات و إقامة مشاريع لتطوير الرياضيات للطلبة من جميع المستويات (Boesen et Helenius, ٢٠٠٩).

٣ . الروابط بين الرياضيات و الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسوب:

لا شك أن الذكاء الاصطناعي أصبح ضروريا في العالم، مثله مثل الكهرباء و الانترنت. فالصلة بينه و بين الرياضيات أمر بديهي، لذلك من الضروري للطلبة فهم كيف تتشكل العلاقة بين الرياضيات التي تدرس في المؤسسات التربوية والذكاء الاصطناعي من خلال تطبيق الخوارزميات و تطويرها وتحليل البيانات. فتقنيات التحليل الرياضي أساسية لفهم البيانات و استخلاص الأنماط و التوجهات.

عندما نتحدث عن الخوارزميات، فإننا على صلة وثيقة جدًا بين الرياضيات وعلوم الكمبيوتر.و عندما نتحدث عن البرمجة، فإننا نهتم أكثر بانضباط علوم الكمبيوتر.أما فيما يتعلق بالذكاء الاصطناعي، فلا يزال لدينا عدد قليل جدًا من الروابط المنقولة إلى طلبتنا ، فالذكاء الاصطناعي موجود بالفعل في الرياضيات لاسيما في مجال الإحصاء و الاحتمالات. فهو يستعمل تقنيات الإحصاء والاحتمالات للتعامل مع تحليل البيانات، لاتخاذ قرار التنبؤ بالنتائج. كما يتعامل الذكاء الاصطناعي مع الصور والفيديو والصوت والنصوص و يستعمل الهندسة الرياضية لتحليل و معالجة البيانات المرئية و الصوتية و استخراج المعلومات الهامة منها.

من ابرز التفاعل بين الرياضيات وعلوم الحاسوب في البرامج التعليمية التونسية علاقة الاستقراء الرياضي التام ) (بالتراجع الاستدلال ايضا يسمى والعودية في مجال الحاسوب فهي عبارة عن تقنية فعالة لحل المشكلات الرياضية بسرعة و بسهولة عن طريق الخوارزميات المتكررة: وهي عبارة عملية لتوليد نتيجة تعتمد على النتائج السابقة. أمثلة:

- حساب مضروب العدد الصحيح الموجب !n
- حساب الحد العام لاي متتالية أو حساب الحدود الأولى لمتتالية فيبوناتشي .
- تحديد العدد الصحيح الموجب فرديا أو زوجيا إذا عرفنا ما قبله.

وقد عرض عديد الباحثين في مجال تعلمية الرياضيات الصلة بين الاستقراء الرياضي التام و العودية، وقد ذكر كل من لورون و زازكيس ١٩٨٦ أن الإتقان المسبق للعودية يمكن أن يسهل تعلم الاستقراء الرياضي التام. كما بين أندرسون ١٩٩٢ أن المسائل الرياضية يمكن حلها باستعمال العودية هي التي لديها حل استقرائي. و قد أظهرت نتائج دراسة بوليكاربو ٢٠٠٦ لطلبة اختصاص علوم الكمبيوتر أن الطلبة اللذين لديهم مهارات استقرائية رياضية حصلوا على نتائج أفضل في تطبيق أدلة العودية ومن ناحية أخرى أن الطلبة الأقل فهما للاستقراء الرياضي يطبقون العودية ميكانيكيا. أما ليون و موداست ٢٠٢٠ فقد عرضوا أمثلة على تطبيقات الاستقراء في الرياضيات وعلوم الحاسوب ذات أهمية للمعلمين اللذين سيدرسون الاستقراء في المستقبل. وفي المجمل توجد صلة عميقة و روابط بين علوم الرياضيات و الذكاء الاصطناعي وعلوم الحاسوب ضرورية في تدريس هاته المجالات بعمق و أكثر وضوح ما يلاحظ في العصر الحديث في مختلف أنحاء العالم، اعتياد الطلاب على التفاعل مع الهواتف الذكية والشبكات الاجتماعية، وقد اتخذت بعض الدول الأجنبية مثل كندا و كوريا الجنوبية قرارا بتدريب الطلبة من نهاية المدرسة الابتدائية إلى بداية المدرسة الثانوية على قضايا الذكاء الاصطناعي.

فمن خلال تدريب الطلبة على الذكاء الاصطناعي خلال حياتهم الأكاديمية، يمكننا من ثم أن نأمل في بتعلم اللغات و بتجديد الاهتمام بالرياضيات و التواصل بمساعدته للمتعلمين ذوي الاحتياجات الخاصة

فيما يتعلق بالرياضيات، فإن مسألة دمج الأدوات القائمة على الذكاء الاصطناعي هي قضية رئيسة و موضوعية. فالذكاء الاصطناعي يمكن أن يخدم الطلبة و يساعدهم في مجال الرياضيات عبر الآليات التي تمت برمجتها لإجراء محادثات طبيعية. فمن خلال تطبيق (Chat GPT٤) الذي يعد بنك للمعلومات, يساعد الطلبة على البحث و الاستفسار عن المفاهيم الأساسية المعقدة في مجال الرياضيات و شرحها بطريقة تلقائية وفقا لاحتياجاتهم الفردية. كما يسهم في توفير الوقت و الجهد لديهم لحل بعض الأسئلة الصعبة أو المشكلات الرياضية المستعصية مما يؤدي إلى النمو الفكري لديهم. إلى جانب ذلك يساعد الطلبة على التدريب المستمر في انجاز الكثير من التمارين المخصصة و المشكلات الرياضية و حلها بطرق مختلفة.

يمكن أيضا استعمال الذكاء الاصطناعي في تطوير روبوتات تعليمية تساعد الطلبة على فهم المفاهيم الرياضية. فيمكنها أن تقدم شروحات مرئية و تفاعلية مما قد يوفر تجارب تعليمية. كما يساعد على تقييم أداء الطلبة عبر التحليل التلقائي و تقديم ملاحظات و توجيهات لتحسين أدائهم. فضلا عن أنه يعتمد التحليل على معالجة اللغة الرياضية لتقييم إجابات الطلبة و تحديد المفاهيم التي يحتاجون إلى تعزيزها. إلى جانب ذلك بالإمكان استعمال الذكاء الاصطناعي في إنشاء نماذج للمفاهيم الرياضية المعقدة مما يمكن الطلبة من استكشافها لفهمها بشكل أفضل.

يسهم الذكاء الاصطناعي في توفير تجارب تفاعلية مرنة تتكيف مع احتياجات الطلبة في مجال الرياضيات إذ يمكن للبرامج المدعومة به توفير وضعيات و تمارين رياضية تساعد على استيعاب المفاهيم و تطبيقها في سياقات مختلفة. كما أنه يساعد على تعلم اللغة الرياضية، سواء كانت لغة طبيعية أو رموز أو صور فيمكن تحليل اللغة الطبيعية المستعملة في مجال الرياضيات و تقديم شروحات وتفسيرات للتمارين المخصصة للمفاهيم الرياضية عبر تقنيات معالجة اللغة الطبيعية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي. كما يمكن أيضا الترجمة بين اللغات من خلاله، فهو يساعد في ترجمة المفاهيم الرياضية من لغة إلى أخرى وهو ما يساعد على فهمها بشكل أفضل عبر اللغات المختلفة. فضلا عن ذلك يؤدي استعماله إلى التعامل الجيد مع الرموز الرياضية المستعمل في الكثير من المجالات الرياضية، فيمكن للنماذج اللغوية و الرياضية المدعومة بالذكاء الاصطناعي أن تفسر وتحلل الصيغ والتعبير الرياضي توفر توجيهات حول كيفية التعامل معها. كما يمكن استعمال تقنيات التعرف على الصور والرسوم البيانية لتحليلها وتوفير تفسيرات مرئية للمفاهيم الرياضية المرتبطة بها.

باستعمال الذكاء الاصطناعي يمكن تطوير الأداء الرياضي و التفكير لدى الطلبة ، كذلك تخصيص تجارب تعليمية متنوعة لكل طالب وتوفير ردود فعل فورية و توجيهات دقيقة، مما يسهم في تعزيز الفهم و التحصيل الرياضي لديه. لأنه يتم توفير توجيهات متعددة الوسائط، مثل النصوص و الرموز و الصور للتأكيد على الفهم الشامل للرياضيات.

٤– مساهمة جودة تدريس الرياضيات في مواجهة تحديات الذكاء الاصطناعي :

رغم تطور الذكاء لاصطناعي في مجال تعليم الرياضيات إلا انه توجد بعض الحدود و التحديات قد تواجهها من بينها :

– استيعاب المفاهيم الرياضية و فهمها بعمق: على الرغم من قدرة النماذج الحالية على حل المسائل الرياضية البسيطة، إلا أن تطبيقها على مفاهيم أكثر تعقيدا لا يزال يعاني من صعوبات. على سبيل المثال تدريس الاستقراء التام (Mathematical induction) على الأسلوب الخوارزمي يؤدي إلى عدم فهمه كمفهوم أساس (concept) في مجال الرياضيات (Soltani, ٢٠١٩)، و هذا ما يلاحظ إذا طبقنا هذا المفهوم على بعض الوضعيات الرياضية باستعمال البرمجيات (Chat GPT٤) أو (Copilot).

– التخصيص و التكيف: ينبغي تطوير نماذج تعتمد على التعلم الآلي وتكيف نفسها لتلبية مستوى وأسلوب تعلم لكل طالب بشكل فردي.

– الثقة و الأخلاقيات: ينبغي ضمان أن تكون النماذج الذكية عادلة و خالية من التحيز وتحترم الخصوصية و تتبع معايير أخلاقية عالية.

– الاعتماد الزائد على الحسابات الآلية بدل الاعتماد على النفس: من الممكن أن يتعود الطلبة على آليات الذكاء الاصطناعي مما يجعلهم غير قادرين عن الاستغناء عنه في حل المسائل الرياضية بشكل تلقائي وهو ما قد يؤثر على تنمية القدرات الذهنية و اليدوية ومهارات التفكير النقدي لديهم.

– الانحياز في الاستنتاجات : يمكن للذكاء الاصطناعي أن يكون مبرمجا لإتباع خوارزميات محددة أو استنتاجات مبرمجة مسبقا، قد يؤدي ذلك إلى انتقال الانحياز الموجود في البيانات أو البرمجة إلى النتائج التي يقدمها الذكاء الاصطناعي. يمكن أن يؤثر ذلك على قدرة الطلبة على التفكير الرياضي المستقل.

– نقص التفاعل الاجتماعي: قد يؤدي اعتماد الطلبة بشكل مفرط على الذكاء الاصطناعي في حل المسائل و الوضعيات الرياضية إلى تقليل التفاعل الاجتماعي الايجابي بين الطلبة و بين المعلمين.

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يقدم فوائد كبيرة في تعليم الرياضيات لاسيما التفكير الرياضي. فيمكن استعماله كأداة تعليمية لتعزيز فهم المفاهيم الرياضية وتحليل البيانات وحل المسائل الرياضية، لكن من الضروري أن يتم استعماله بطريقة تعزز التفكير النقدي و التعاون بين الطلبة و المعلمين.

من ثم إذا أردنا إدراج الاعتماد على الذكاء الاصطناعي في تعلم الرياضيات و تعليمها في مناهجنا لا بد من استعادة الحوار بين الفلسفة و العلم لتسهيل تجاوز العقبات و السلبيات الموجودة. فضلا عن ذلك تكوين معلمي الرياضيات من ناحية ابستومولوجيا العلوم فهي تهتم بدراسة طرق اكتشاف و تطوير المعرفة العلمية و كيفية تأسيسها. يمكن أن تسهم ابستومولوجيا العلوم في تجاوز بعض السلبيات المحتملة للذكاء الاصطناعي من خلال التركيز على المبادئ الآتية :

– تعزيز فهم المفاهيم الرياضية وتدريسها بشكل واضح و إبراز معناها.

– التفكير النقدي يعزز نشر الوعي المعرفي.

– الإبداع و تشجيع التعاون و التفاعل الاجتماعي

– تنمية الوعي الأخلاقي.

– تنمية التفكير الرياضي كالاستقراء و الاستنباط لدى الطلاب و تعزيز قدراتهم على الفهم الجيد للاستدلال و البرهان الرياضي و تدريس المنطق في خدمة الرياضيات حتى يتمكن الطلبة من التواصل الجيد كتابيا أو شفاهيا باستعمال لغة رياضية (Mesnil, 2014; Soltani et Chellougui, ٢٠٢٣).

– الربط بين الخوارزميات ونشر التفكير الرياضي في تدريس الوضعيات وحل المسائل الرياضية.

– إنشاء وضعيات ومسائل رياضية مزدوجة بين الرياضيات وعلوم الحاسوب تعزز التفاعل بينهما (Leon et Modeste, ٢٠١٢).

– إنشاء الروابط بين الرياضيات والذكاء الاصطناعي يجعل من الممكن إثراء المعرفة والتعلم ويساعد الطلبة في تطوير مهاراتهم. في المقابل يمكن تطوير آليات الذكاء الاصطناعي باستغلال عناصر معينة من المحتوى التدريبي لبرامج الرياضيات، ولا سيما أنماط التمثيل المختلفة، التفكير الرياضي و معالجة البيانات و الإحصاء و الخوارزميات...

– ضرورة تطوير طرق تدريس الرياضيات على المستويات المنهجية، التعليمية والتربوية وذلك بتنمية مهارات عديدة وثيقة الصلة لدى الطلبة من بينها : حل المسائل الرياضية، تنمية التفكير الرياضي، التواصل باستعمال لغة رياضية و الخوارزميات (Soltani, ٢٠٢٢).

–تدريس علم المنطق في خدمة الأنشطة و الوضعيات الرياضية: ينمي قدرات التلاميذ على تفسير أو إثبات استدلال رياضي أو إستراتيجية حلّ مسألة أو مناقشة أفكار رياضية بصفة سليمة و دقيقة كما يسهم في تجاوز الصعوبات والمعوقات المنطقية والمعرفية التي يتعرض لها الطلبة في كتابة البرهان الرياضي (Soltani et Chellougui, ٢٠٢٣).

– ربط الرياضيات والحياة اليومية للطلبة و تجاربهم باستعمال حالات ووضعيات رياضية واقعية في تدريسها .

يستعمل الذكاء الاصطناعي الرياضيات من خلال الاستدلال المنطقي و الحوسبة للتغلب على القيود و دراسة المشكلات المعقدة مثل فهم اللغة و المعلومات المرئية و توليدها عكس علم التحكم الآلي فيستعمل نمذجة الأنظمة المغلقة التي يمكن وصفها بالكامل باستعمال متغيرات محددة. هنا تكمن دور جودة تدريس الرياضيات في تطوير علوم الحاسوب و الذكاء الاصطناعي مع مواجهة تحدياته حيث تقدم الرياضيات لبنات البناء الاساسية مثل: المنطق، الخوارزميات و الحوسبة ونظرية الاحتمالات الخ.

خاتمة :

يتيح هذا المقال إمكان الإطلاع على الكثير من النتائج البحثية المهمة في تعلم الرياضيات وتعليمها كما يسلط الضوء على الصلة بينها و بين علوم الحاسوب و الذكاء الاصطناعي على الرغم أنهم يستندون إلى فلسفات مختلفة للمعرفة. القراءات الحديثة في مجال تعلمية الرياضيات تكشف أنها تشترك كثيرا مع علوم الحاسوب و قد حدد هذا المقال إمكان ربط الرياضيات وعلوم الحاسوب التي يتم تدريسها بالمؤسسات التربوية. و هكذا لا بد من التركيز على تنمية التفكير الرياضي و حل المشكلات و الخوارزميات و الإبداع في المناهج الحديثة للرياضيات و توضيح الحاجة لمعرفة المفاهيم و المنهجيات المشتركة.

إن ربط الرياضيات و علوم الحاسوب يزيد من اهتمام الطلبة بها ويخلق موقفا ايجابيا تجاهها. لذا لا بد من تدريب معلمي المستقبل للرياضيات تدريبا أكاديميا ليصبحوا قادرين على استعمال الأنشطة الرياضية التعليمية الأكثر ثراء و القائمة على تنمية المهارات و المعرفة للطلبة التي ستمكنهم من أن يكونوا أفرادًا متعلمين ومثقفين ، ومواطنين مشاركين ، وعمال أكفاء ؛ من المتوقع أن يشكلوا أشخاصًا مستقلين، قادرين على التكيف مع عالم تتطور فيه المعرفة .

Sources :

Anderson, O. D. (1992). Induction, recursion, and the towers of Hanoi. *International Journal of Mathematical Education in science and technology*, 23(3), 339-343.
DOI: https://doi.org/10.1080/0020739920230301

Boesen, J. et Helenius, O. (2009). Améliorer l'enseignement des mathématiques. *Revue internationale d'éducation de Sèvres.* ISSN : 1254-4590.
URL http://journals.openedition.org/ries/684. DOI : 10.4000/ries.684.

Blanché, R. (1972). *L'épistémologie*. Presses universitaires de paris108, Boulevard Saint-Germain, paris.

Blanché, R. (1995). Raisonnement, in Encyclopédie Universalis, CDROM.

Brousseau, G et Gibel, P. (2005). Didactical Handling of Students' Reasoning Processes in Problem Solving Situations. Educational Studies in Mathematics.

Chellougui, F. (2009). L'utilisation des quantificateurs universel et existentiel en première année universitaire entre l'explicite et l'implicite. *RDM*, Vol.29, n°2, pp.123-154.

Cosic, M. (2009). Confirmation induction. Chaiers De Recherche de L'IHPST.

Delvin, K. J. (1997): *Mathematics: the science of patterns: the search for order in life, mind and the universe* (2e éd.). New York: Scientific American Library.

Dogan, H. (2016). Mathematical Induction: deductive logic perspective. European Journal of Science and Mathematics Education, 4(3), 315-330. http://www.scimath.net

Duquesne, F. (2003). *Apprendre à raisonner en mathématiques à l'école et au collège* (2e ed.). Suresnes, France : Éditions du Centre national d'études et de formation pour 1' enfance inadaptée.

Gardes, D., Gardes, M.-L. et Grenier, D. (2016). État des connaissances des élèves de terminale S sur le raisonnement par récurrence. Petit x, 100, 67-98.

Grenier, D. (2012). Une étude didactique du concept de récurrence, Petit x, N°88, pp. 27-47.

Hache, C (2013), Langage mathématique à la transition primaire / collège, in Actes du 39ème colloque de la Copirelem, juin 2012, pp 452-463, Copirelem, Quimper.

Hache, C (2015). Exemple d'analyse de pratiques langagières des mathématiciens, usage de « avec », revue Petit x, Grenoble.

Hache, C. et Mesnil, Z. (2013). Élaboration d'une formation à la logique pour les professeurs de mathématiques. In Gandit M., Grugeon-Allys B. dir. (2013), CORFEM, Actes des 17ème et 18ème colloques, juin 2012, pp. 201-224, Université et IUFM de Franche-Comte, Besançon https://edunumrech.hypotheses.org/8350

Harel, G. (2001). The Development of Mathematical Induction as a Proof Scheme: A Model for DNR-Based Instruction. In S. Campbell & R. Zazkis (Eds.). *Learning and Teaching Number Theory*. New Jersey, Ablex Publishing Corporation.

Jeannotte, D. (2015). *Raisonnement mathématique : Proposition d'un modèle conceptuel pour l'apprentissage et l'enseignement au primaire et au secondaire*. Thèse de Doctorat. Université de Montréal. http://archipel.uqam.ca/id/eprint/8129.

Leon, N., et Modeste, S. (2020). Récurrence et récursivité á l'interface des mathématiques et de l'informatique. Repères-IREM, N$^0$119, pp. 45-63.

Leron, U., et Zazkis, R. (1986). Computational recursion and mathematical induction. *For the learning of Mathematics*, 6(2), 25-28.

Mesnil, Z. (2014). *La logique : d'un outil pour le langage et le raisonnement mathématique vers un objet d'enseignement*. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot. https://hal.science/tel-01114281

Polycarpou, I. (2006). Computer science students' difficulties with proofs by induction: an exploratory study. In *Proceedings of the 44th annual southeast regional conference*(P.601-606). ACM. DOI: https://doi.org/10.1145/1185448.1185579

Modeste, S. (2012). *Enseigner l'algorithme pour quoi ? Quelles nouvelles questions pour les mathématiques ? Quels apports pour l'apprentissage de la preuve ?* Thèse de didactique des mathématiques. Université de Grenoble.

OCDE. (2023). PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing.

Oleron, P. (1977). *Le raisonnement,* Presses Universitaires de France, 1977.

Sierpinska, A. (2005). Quelques réflexions sur la valeur des raisonnements mathématiques dans la formation de futurs citoyens et professionnels. GDM-conférence de clôture, pp. 197-219.

Soltani, W. (2022). Le raisonnement inductif dans l'enseignement secondaire tunisien : Interaction

entre les mathématiques et informatique, In C. A. Adihou& F. Chellougui (Eds), *Actes du3ème colloque de L'Association de Didacticiens des Mathématiques Africains (ADiMA3),* pp. 260-270, Hammamet 15-20 août 2022. https://adima3.sciencesconf.org/resource/page/id/27.

Soltani, W. (2023). Une approche didactique sur le raisonnement par récurrence en classe de 3ème année section Mathématiques. In Achour, S., Ben Nejma, S., Dhieb, M., Ghedamsi, I., Khalloufi, F., & Kouki, R. (Eds.). *Actes du 13ème Colloque de Didactique des Mathématiques (ATDM 2023),* pp. 43-52. Editions ATDM. ISBN 978-9938-78-716-0.

Soltani, W. et Chellougui, F. (2023). Analyse des erreurs de nature langagière chez les élèves en arithmétique. *Mediterranean Journal of education*, 2023, 3(2), p269-278, ISSN: 2732-6489.

Spencer, H. (1872). *Classification des sciences*. Édition Librairie Germer Baillière et Cie, 1872.

Vergnaud, G. (1991). Langage et pensée dans l'apprentissage des mathématiques. In: Revue française de pédagogie, volume 96. pp. 79-86.