أنشطة إلكترونية تفاعلية لبناء النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وتنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب الصف الثانى الثانوى.

إعداد:

د/ سهام فؤاد محمود الشناوى

مدرس المناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية ـ جامعة دمنهور.

ملخص البحث:

هدف هذا البحث إلى تقصى فاعلية الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى بناء النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وتنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب الصف الثانى الثانوى. لذا صُمِمَت كراسة الأنشطة ودليل المعلم، ثم أُعدَّت أدوات البحث المتمثلة فى: اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية واختبار قوة العلم، وطُبقت قبليًا على عينة البحث وعددها (145) طالبًا بالصف الثانى الثانوى بالفصل الدراسى الثانى للعام الدراسى 2023/2022. وقد وُزعت العينة عشوائيًا على مجموعتين هما: التجريبية التى درست وحدة "الفيزياء الحرارية" بالأنشطة الإلكترونية التفاعلية وعددها (72) طالبًا، والضابطة التى درست الوحدة ذاتها بالطريقة المعتادة وعددها (73) طالبًا. ثم طُبقت أدوات البحث بعديًا على المجموعتين، وأسفرت النتائج عن وجود فرق دال إحصائيًا فى كل من: اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية واختبار قوة العلم لصالح طلاب المجموعة التجريبية، فضلًا عن وجود علاقة ارتباطية موجبة بين النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم.

الكلمات المفتاحية:

أنشطة إلكترونية تفاعلية، النماذج العقلية، قوة العلم.

Abstract:

The aim of this research is to examine effectiveness of interactive electronic activities in building mental models about thermal physics and developing the power of science among second grade secondary school students. Activities booklet and teacher's guide were prepared, and then the research tools were prepared: mental models about thermal physics test and the power of science test. They were previously applied to the research sample, which numbered (145) students in the second grade secondary school in the second semester of the academic year 2022/2023. The sample was distributed randomly into two groups: the experimental group, which studied the unit "The thermal energy" with the proposed activities, numbering (72) students, and the control group, which studied the same unit in the usual way, numbering (73) students. Then the search tools were applied post-test to the two groups. The results revealed a statistically significant difference in each of: mental models about thermal physics test, the power of science test in favor of the students of the experimental group and there was a positive correlation between mental models about thermal physics and the dimensions of the power of science.

Keywords:

Interactive electronic activities, mental models, power of science.

مقدمة:

يشهد العصر الحالى تدفُّقًا معرفيًا فى شتى مجالات العلم؛ لذا يجب إعداد فرد قادرٍ على استيعاب متطلبات العصر وخصائصه، لديه قدرٌ كاف من الوحدات الأساسية لبناء المعرفة العلمية؛ إذ يوجد اهتمام واضح من المتخصصين فى مجال التربية العلمية بأهمية بناء نماذج عقلية للمفاهيم العلمية عامة والفيزيائية خاصة؛ والاستفادة منها أقصى استفادة ممكنة لإدراكٌ ظواهرَ طبيعيةٍ عديدةٍ وتفسيرها وفهم مواقف الحياة الواقعية.

إذ يصعب على الطالب فهم المفاهيم الفيزيائية إذا اعتمد على حفظها بصورة مجزأة غير مترابطة، لذا يجب أن تكون المفاهيم متماسكة معًا على هيئة شبكة من النماذج العقلية فى ذهن الطالب، وليس نموذجًا واحدًا فقط حتى يمكنه الاعتماد عليها فى فهم الظواهر الفيزيائية المتنوعة، واتخاذ القرارات السليمة فى مواقف الحياة المختلفة، فضلاً عن تطوير هذه النماذج العقلية التى تسمح له بتعديل رؤيته عن المشكلات اليومية والبيئية المحيطة به وتساعده فى حلها، فضلًا عن أنه يصبح أكثر قدرة على التكيف مع التحديات التى تعترض طريقه (Khandelwal&Khare,2016).

كما تُؤكد تقارير عديدة –متعلقة بأهداف التربية العلمية– ودراسات وأبحاث سابقة، مثل: (إيمان معوض، 2018؛ على راشد، 2019) (Barton & Yang, 2010; Jucan & Jucan, 2017; LDC5thUNC, 2021) على ضرورة تنمية قوة العلم لدى الطلاب، والحرص على جعلها محور اهتمام برامج التربية العلمية بمراحل التعليم المختلفة، وتوفير بيئة تعلم وأنشطة تدعم وتساعد على تنمية كافة أبعاد قوة العلم.

وتُعد الأنشطة الإلكترونية التفاعلية من الأساليب الحديثة الفعالة التى دعا إليها المتخصصين فى مجال التربية العلمية؛ إذ تُتِيح تحسين جودة خبرات التعلم وتُعزز مشاركة الطلاب الإيجابية أثناء التعلم وأداء مهام تلك الأنشطة، مما قد يُحدث تقدم ملحوظ فى تحقيق النتائج المرجوة(Ouahi, Lamri, Hassouni & El Mehdi, 2022).

لذا يهتم هذا البحث ببناء النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وتنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب الصف الثانى الثانوى من خلال توظيف الأنشطة الإلكترونية التفاعلية.

مشكلة البحث:

يتوقف نجاح برامج التربية العلمية فى تحقيق ما تصبو إليه على النجاح فى إعداد جيل قادرٍ على فهم المعرفة العلمية وتوظيفها بكفاءة، ولا يتم ذلك إلا ببناء نماذج عقلية صحيحة وتنمية الأبعاد المختلفة لقوة العلم لديهم. وأكدت دراسات عديدة، مثل (زهرة دوادى، 2023) (Douadi, Rayane & Djabali, 2018; Sozbilir, 2018; Eryılmaz,2020; Yeo & Zadnik, 2021; Johnson, Laird & Girotto,2022) امتلاك الطلاب لنماذج وتصورات عقلية غير صحيحة مما يعيق بشكل كبير تكوينهم بنية مفاهيمية صحيحة، فضلًا عن عدم القدرة على تفسير الظواهر العلمية وحل المشكلات فى المواقف الواقعية. كما أشارت دراسة (وليد نوافلة، محمود خلف، أمل المومنى، 2016) إلى أن أسباب وجود نماذج وتصورات عقلية غير صحيحة حول المفاهيم الفيزيائية لدى الطلاب، تعود إلى كون تلك المفاهيم مجردة وصعبة الفهم والإدراك ولا يمكن مشاهدتها بشكل مباشر، وهى أكثر صعوبة من المفاهيم في مجالات العلوم الأخرى.

كما أكدت عدة دراسات، مثل: (إيمان معوض، 2018؛ عصام أحمد، 2021؛ على راشد، 2019) (Jucan & Jucan, 2017; Ozdemir & Dikici, 2017; Shahzadi & Nasreen,2020)، تدنى مستوى قوة العلم لدى الطلاب بمراحل التعليم قبل الجامعى.

وقد دُعمت نتائج هذه الدراسات ما أسفرت عنه نتائج الدراسة الاستطلاعية[1] التى طُبق خلالها اختبارًا يقيس مستوى (النماذج العقلية وأبعاد قوة العلم)- يتكون من (35) مفردة- على عينة من طلاب الصف الثانى الثانوى بلغ عددهم (47) طالبًا خلال الفصل الدراسى الأول للعام الدراسى 2023/2022، وقد أوضحت نتائجها ضعف مستوى امتلاكهم لنماذج عقلية صحيحة حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم؛ إذ تراوحت درجاتهم فى هذا الاختبار بين (8) درجات إلى (17) درجة من (35) درجة.

[1] ملحق (5) الدراسة الاستطلاعية

وقياسًا على ما سبق؛ فقد حُددت مشكلة هذا البحث فى ضعف مستوى امتلاك طلاب الصف الثانى الثانوى لنماذج عقلية صحيحة حول الفيزياء الحرارية، فضلًا عن ضعف مستواهم فى أبعاد قوة العلم؛ مما دعا إلى دراسة أثر الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى بناء النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وتنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب الصف الثانى الثانوى، **وعليه فقد تبلورت مشكلة البحث فى الأسئلة التالية:**

1- ما أثر الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى بناء النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية لدى طلاب الصف الثانى الثانوى؟
2- ما أثر الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى تنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب الصف الثانى الثانوى؟
3- ما العلاقة الارتباطية بين النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم لدى طلاب الصف الثانى الثانوى؟

فروض البحث:

سعى البحث إلى اختبار صحة الفروض التالية:

1. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية.
2. لا يوجد فرق دال إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين متوسطى درجات طلاب المجموعتين التجريبية والضابطة فى التطبيق البعدى لاختبار قوة العلم.
3. لا توجد علاقة ارتباطية دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (0.05) بين درجات عينة البحث فى التطبيق البعدى فى كل من اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية واختبار قوة العلم.

أهمية البحث:

استمد البحث أهميته من حيث إنه:

1. يساعد طلاب الصف الثانى الثانوى فى تكوين نماذج عقلية صحيحة عن الفيزياء الحرارية، فضلاً عن تنمية أبعاد قوة العلم لديهم.

2. يوجِّهُ اهتمام القائمين على تعليم الفيزياء بالمرحلة الثانوية إلى أهمية تكوين نماذج عقلية صحيحة وتنمية أبعاد قوة العلم لدى الطلاب.
3. يُقدم أنشطة إلكترونية تفاعلية لجعل تعلم الفيزياء أكثر عمقًا وتشويقًا؛ بحيث يمكن الاستفادة منها من قِبل القائمين على تعليم الفيزياء وإعداد مناهجها فى المرحلة الثانوية.
4. يوفِّر للباحثين أدواتِ قياسٍ مضبوطةً يمكن استخدامُها والاستفادة منها؛ نحو: اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية واختبار قوة العلم.

حدود البحث:

اقتصرت حدود البحث على:

- عينة عددها (145) من طلاب الصف الثانى الثانوى فى الفصل الدراسى الثانى للعام الدراسى 2023/2022 من مدرسة عمر الوكيل الثانوية.
- تقتصر المتغيرات التابعة التى يقيسها البحث على: النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم.

أدوات البحث:

(من إعداد الباحثة):

1. اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية.
2. اختبار قوة العلم.

الأساليب الإحصائية:

أُستخدمت الأساليب الإحصائية التالية:

1. *t*-test لدلالة الفروق بين متوسطات مجموعتين تجريبية وضابطة.
2. حساب قيمة Cohen'sd لتحديد حجم الأثر للمعالجة التجريبية.
3. معامل ارتباط "بيرسون" Person للكشف عن العلاقة بين النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم.

مصطلحات البحث:

- **الأنشطة الإلكترونية التفاعلية:** هى جميع ما يقوم به الطالب من مهام وممارسات فردية أو جماعية مخطط لها، تسمح بالتعلم النشط التفاعلى عبر توظيف تقنيات التكنولوجيا الرقمية تحت إشراف وتوجيه المعلم لتحقيق أهداف تعليمية محددة.
- **النماذج العقلية:** طريقة تفكير الفرد ومعالجته للمعلومات أثناء تعلم المفاهيم العلمية وادراك العلاقات بينها وتوظيفها فى العالم الواقعى.
- **قوة العلم:** هى جميع الجوانب والأبعاد التى توجه الطلاب نحو دراسة العلم والاهتمام به مما يدعم مشاركتهم فى تقدم المجتمع.

الإطار النظرى والأدبيات السابقة:

يتناول هذا الجزء بالشرح والتحليل كل من: الأنشطة الإلكترونية التفاعلية والنماذج العقلية وقوة العلم.

أولًا: الأنشطة الإلكترونية التفاعلية: Interactive Electronic Activities

يجب تعزيز أنشطة التدريس بتقنيات التكنولوجيا الحديثة والأدوات التفاعلية لتحسين العملية التعليمية وتحقيق جودة التعلم؛ إذ يمكن للأنشطة الإلكترونية التفاعلية أن تحول التجارب المملة فى الفصول الدراسية التقليدية إلى تجارب تعليمية مسلية تفاعلية وذات مغزى وقيمة للطلاب، من شأنها إثارة اهتمامهم وإشراكهم فى تحقيق الأهداف التعليمية. وتُعد الأنشطة الإلكترونية التفاعلية نموذجًا جديدًا فى التعليم الحديث، يشير إلى سلسلة من الأنشطة التعليمية التى تتم باستخدام الأجهزة الإلكترونية (Boilevin,2017)، ويرى (Erdem, 2019) أنها تُعد شكلًا من أشكال التعلم النشط والذكى لتغيير عملية التدريس والتعلم، وتوفير أعلى درجة من التحكم والهيمنة للطلاب.

فلسفة الأنشطة الإلكترونية التفاعلية:

إن جوهر الأنشطة الإلكترونية التفاعلية يكمن فى اعتمادها على التعلم القائم على الاستقصاء باستخدام المحاكاة، الذى يعتمد على المشاركة النشطة للطلاب فى أنشطة إلكترونية تحاكى الموقف الحقيقى دون مواجهة أى مخاطر أو صعوبات قد توجد فى الواقع الفعلى، ومعالجتهم للمعلومات وبناء معرفتهم بأنفسهم (de Jong & van Joolingen, 2018).

ويُعد التعلم القائم على الاستقصاء أحد أنواع الأنشطة المستخدمة فى التدريس، التى يمارس الطلاب خلالها تعلم نشط يتضمن مجموعة من المهارات والعمليات العقلية للبحث عن إجابة سؤال ما أو حل مشكلة مطروحة؛ إذ يتيح بناء مواقف يأخذ فيها الطلاب دور العلماء ودراسة المفهوم العلمى بشكل متكامل، مما ينعكس إيجابًا على البنية المعرفية للطلاب ومهاراتهم وسلوكياتهم، فضلًا عن أنه يؤدى إلى تكوين فهم عميق لديهم (Hall,2018).

وقد شَغل التعلم القائم على الاستقصاء باستخدام المحاكاة حَيِّزًا كبيرًا من اهتمام الأدبيات والدراسات فى الآونة الأخيرة؛ نظرًا لفاعليته فى بناء النماذج العلمية الصحيحة لدى الطلاب وتحقيق نتائج التعلم المثلى. وهذا يتّسق مع ما أكدته نتائج الدراسات الحديثة، نحو: دراسة (Hall,2018) التى أكدت فعالية التعلم القائم على الاستقصاء باستخدام المحاكاة الحاسوبية فى رفع مستوى تحصيل طلاب المرحلة الإعدادية. ودراسة (Mulder, Lazonder & de Jong, 2018) التى أشارت نتائجها إلى التأثير الإيجابى لأنشطة الاستقصاء بالمحاكاة فى اكتساب الطلاب المعرفة العلمية من خلال بيئة تعلم استقصائية حاسوبية وتأثرها بالمعرفة السابقة لديهم. ودراسة (Srisawasdi & Panjaburee, 2019) التى اهتمت بدراسة تأثير الاستقصاء القائم على المحاكاة على التعلم المفاهيمى حول ظاهرة الطفو لطلاب الصف التاسع، وأظهرت نتائجها تحسن قدرة الطلاب على بناء فهم شامل للمفاهيم العلمية بشكل فعال.

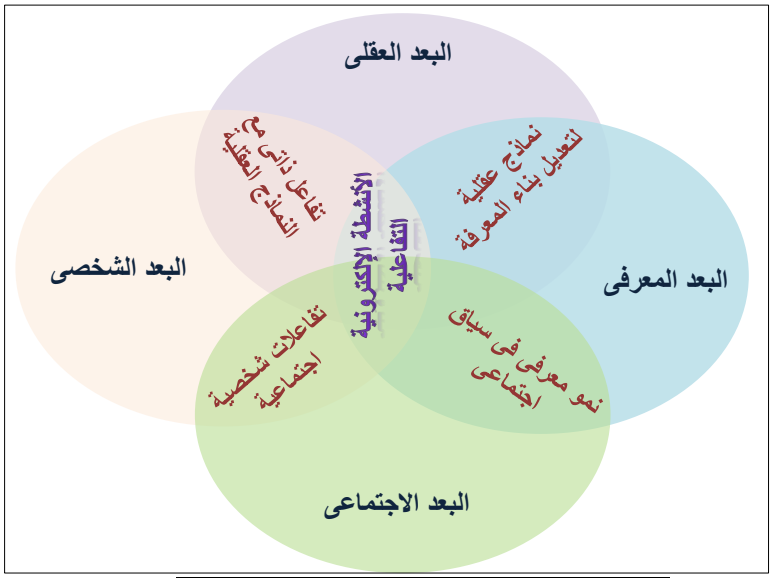
وتُعزز الأنشطة الإلكترونية التفاعلية دراسة الطلاب للمفهوم العلمى بشكل متكامل وفهمه بشكل أعمق خلال الممارسة الفعلية؛ إذ يبدو الموقف حقيقيًا يتيح للطلاب التفاعل الفعال ويجعلهم أكثر انخراطًا فى العملية التعليمية، ويقومون فيه بترجمة معارفهم المكتسبة إلى مهارات. كما يجب على المعلمين تقديم التوجيه والدعم الأمثل للطلاب خلال أداءعمليات الأنشطة الإلكترونية المختلفة (Lehtinen & Viiri, 2017).

كما تُعد الأنشطة الإلكترونية التفاعلية بيئة آمنة لتجارب التعلم العملى وطريقة تعليمية تختبر مستويات معرفة الطلاب المختلفة ومهاراتهم، من خلال وضعهم فى مواقف يجب عليهم اتخاذ قرار بشأن أفضل مسار لتنفيذ الخطوات الإجرائية الصحيحة وحل المشكلات المطروحة بفاعلية (Erdem, 2019).

التدريس باستخدام الأنشطة الإلكترونية التفاعلية:

يعتمد التدريس باستخدام الأنشطة الإلكترونية على تصميم أنشطة تفاعلية تعاونية تعزز مشاركة للطلاب بفعالية من خلال استخدام التكنولوجيا الرقمية؛ إذ تتميز بالقدرة على تقريب الطالب من الحياة الواقعية دون مواجهة عوائق الواقع الفعلى. كما تمنحه القدرة على اتخاذ خياراته الخاصة من بين الخيارات المختلفة المتاحة بناءً على فهمه للموقف، كما تساعده على بناء مهارات فعلية وتقليد الخبرة العملية (Eseryel & Law, 2020).

ولقد أكد كل من Ben, Ait Hou,Bliya, Hassouni &Al Ibrahmi (2021) و Ouahi, Lamri, Hassouni & El Mehdi (2022) على أن تصميم الأنشطة الإلكترونية التفاعلية وتنفيذها وتقييمها، يرتكز على تكامل أبعاد عديدة يوضحها شكل (1)؛ إذ تُعد أمرًا ضروريًا لتحقيق مشاركة الطلاب بفاعلية وبناء معرفتهم وتنمية مهاراتهم وممارساتهم وفقًا للأهداف المرجوة، وتحفيزهم نحو التعلم وإثاره التشويق والانتباه الى المحتوى العلمى، والمساهمة فى بناء شخصيتهم وتنمية ثقتهم بأنفسهم، وتقوية الروابط الاجتماعية بين المعلم واطلاب من جهة وبين الطلاب أنفسهم من جهة أخرى، فضلًا عن ربط المحتوى العلمى بخبرات المتعلم فى الحياة اليومية.



شكل (1) أبعاد تصميم الأنشطة الإلكترونية التفاعلية

وفيما يلى توضيح تفصيلى لتلك الأبعاد:

- **البعد المعرفى:** يشير إلى إعادة بناء الطلاب لمعانى جديدة داخل سياق بنيتهم المعرفية، ومدى قدرتهم على تعديل وتغيير المعرفة السابقه وتنظيمها. مما يؤكد النمو الذهنى والوعى المعرفى للطالب من خلال قدرته على استنباط وتكوين رؤية معرفية لمجالات وأبعاد محتوى التعلم الحالى، من شأنِها بناء المعنى وإحداث ترابط وتكامل للمحتوى داخل بنيته المعرفية. وهذا يتسق مع النظرية البنائية التى تسعى إلى دراسة أساليب بناء الطالب رؤيته الشخصية للعالم من حوله معتمداً على خبراته ومعرفته السابقة الموجودة فى بنيته العقلية وممارسته لأنشطة متعددة (Yuliati, Riantoni & Mufti, 2018; Ben, Ait Hou, Bliya, Hassouni & Al Ibrahmi, 2021; Ouahi, Lamri, Hassouni & El Mehdi, 2022).
- **البعد الاجتماعى:** يشير إلى ضرورة تدعيم البناء الاجتماعى للمعرفة من خلال التعلم القائم على الاستقصاء الجمعى، لضمان جودة الأنشطة التعليمية فى بيئات التعلم الإلكترونى. وهذا يتسق مع النظرية الاتصالية التى تسعى لوضع التعلم عبر شبكة الويب فى إطار اجتماعى فعال يركز على أنشطة التعلم التفاعلية (Erdem, 2019; Eseryel & Law, 2020; Ben, Ait Hou, Bliya, Hassouni & Al Ibrahmi, 2021).
- **البعد العقلى:** يشير إلى أن بناء المعرفة العلمية يتم من خلال بناء الطلاب لنماذج عقلية تساعدهم فى تنفيذ أنشطة التعلم، وتُمَكِنهُم من تعميمها على مواقف مشابهة بهدف انتقال وتوسيع أثر التعلم. وهذا يتسق مع النظرية المعرفية التى تهتم بدراسة العمليات العقلية التى ينتج عنها السلوك، وهذا يدعم تقديم أنشطة إلكترونية تسمح بالتجريب والاكتشاف والتنويع والتعديل فى سلوك الطالب (Mulder, Lazonde. & de Jong, 2018; Srisawasdi & Panjaburee, 2019; Ouahi, Lamri, Hassouni & El Mehdi, 2022).
- **البعد الشخصى:** يشير إلى الجانب النفسى للطالب وقدرته على التفاعل مع الذات وتطورها. وهذا يتسق مع النظرية البنائية التى تنادى بمراعاة الوعى والتفاعل الذاتى والتطور الشخصى للطالب، واكسابه قدرات ومهارات شخصيه منها: المثابرة والثقة

بـالنفس والتغلـب علـى الصـعوبات، وإدارة الوقـت والـذات، والاعتمـاد علـى الـنفس والاستقلالية والتعبير عن الرأى (Hall, 2018; Ben, Ait Hou, Bliya, Hassouni & Al Ibrahmi, 2021).

مميزات الأنشطة الإلكترونية التفاعلية:

للأنشطة الإلكترونية التفاعلية IEA مميزات عديدة أكدتها الأدبيات التربوية والدراسات السابقة، من أهم تلك المميزات ما يلى (Boilevin, 2017; Ndihokubwayo, 2017; Mahdi, Laafou & Mohamed, 2018; Yuliati, Riantoni & Mufti, 2018; Erdem, 2019; Ben, Ait Hou, Bliya, Hassouni & Al Ibrahmi, 2021; Ouahi, Lamri, Hassouni & El Mehdi, 2022):

1. لها دور فى إحداث عمليات محاكاة تساعد الطلاب على رؤية الظواهر والأحداث غير المرئية مثل الذرات والإلكترونات والفوتونات والمجالات الكهربائية.
2. توفر فرصًا متعددة لتطوير أنشطة تعليمية غنية بالمشاركة بين الطلاب والتفاعل الإيجابى.
3. توفر وقت وجهد المعلمين وتتيح لهم الحد الأدنى من التوجيه للطلاب وتشجيعهم على تنفيذ تلك الأنشطة لاستكشاف الظواهر الفيزيائية.
4. يمكن أن تحل الأنشطة الإلكترونية التفاعلية محل التجارب التى يصعب التحكم فيها أو تمثل خطورة على الطلاب أو يتعذر تنفيذها فى المختبر، مثل العمل مع الأجهزة العصبية أو البرق أو الديناميت
5. تمنح الطلاب القدرة على التفاعل الديناميكى مع المرئيات واستخدام تمثيلات متعددة، والتركيز على الاستكشاف والتفسير المدعم بالأدلة.
6. يمكن استخدامها لتحسين إبداع الطلاب فى دروس العلوم الطبيعية.
7. تنمى لدى الطلاب مهارات حل المشكلات لاعتمادها على التعلم القائم على الاستقصاء باستخدام المحاكاة.
8. توفر بيئة تعلم تتسم بمرونة الزمان والمكان؛ مما يتيح للطلاب إمكانية تنفيذ تلك الأنشطة مرة أخرى حسب الوقت والمكان المناسب لكل منهم، مما ينعكس فى اكتسابهم المعرفة العلمية والخبرات، وتكوين قاعدة علمية صحيحة.

9. تُعد وسيلة فعالة لتدريس المفاهيم والأنشطة والتجارب نظرًا لمرونتها وحيويتها، وخاصة فى المجالات العلمية المختلفة مثل الفيزياء وعلوم الأرض والتى يصعب تدريسها بالطرق المعتادة.
10. تسهم أيضًا فى نقل تأثير التعلم إلى مواقف أخرى وتطبيقه فى مواقف مماثلة فى الحياة العملية والواقعية.
11. تقلل من الوقت والجهد اللازم لإجراء التجارب مقارنة بالمختبرات الواقعية.
12. إن دمجها فى بيئة التعلم ينشط عمليات العلم المختلفة لدى متعلمى العلوم مثل الملاحظة والقياس والتنبؤ والتحكم فى المتغيرات وصياغة الفروض وتفسير النتائج.
13. تسمح للمتعلمين بتطوير ما وراء المعرفة بشكل واضح وتسمح لهم بالتفكير فى تعلمهم.

ثانياً: النماذج العقلية: Mental Models

أشارت النظرية البنائية إلى أن الطلاب يبنون نماذجًا عقلية عن العالم من حولهم، يستخدمونها فى تفسير الظواهر العلمية المختلفة خلال العملية النشطة للتعلم؛ فالمتعلم يمارس الأنشطة التعليمية لتنظيم نماذجه العقلية وتعديلها لربط ودمج المفاهيم العلمية الجديدة حتى يحدث التعلم ذو المعنى (Parrish & Beaubien, 2019).

كما أكدت البنائية أن الطالب يبنى معرفته ذاتيًا ويتشكل المعنى بداخل عقله فى صورة نماذج عقلية نتيجة تفاعله مع بيئة التعلم، ويتأثر ذلك المعنى بخبراته السابقة وبالسياق الذى يحدث فيه التعلم الجديد (Moray, 2009).

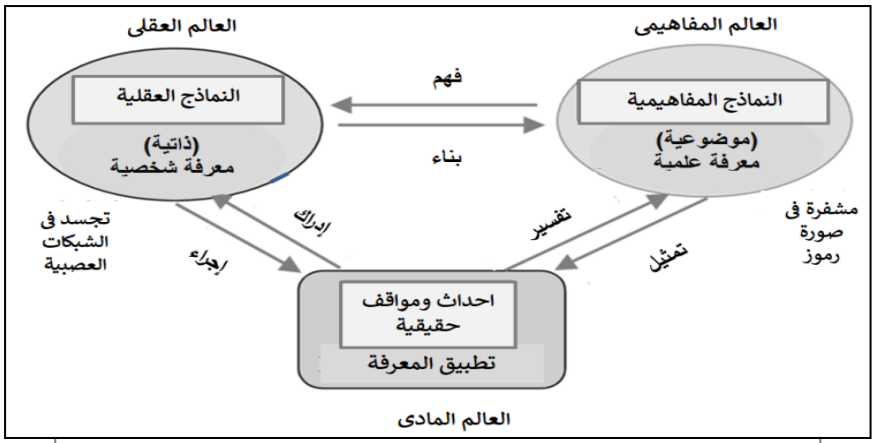
وتشير النماذج العقلية إلى الأطر المفاهيمية التى تتشكل داخل عقل الفرد وتساعده على تفسير ظاهرة ما وفهم الحياة وكيفية عمل العالم والتفاعل معه (Feynman, 2012). بينما يرى Young (2018) أنها عبارة عن أدوات تفكير ترشد إدراك الفرد وسلوكه، يستخدمها لفهم الحياة واتخاذ القرارات وحل المشكلات. ويتّسق هذا المفهوم مع تعريف Clear (2020) إذ يرى أنها بمثابة تفسير لعملية تفكير الفرد حول كيفية فحص المشكلات والوصول إلى الإجابة الصحيحة واتخاذ القرارات فى العالم الواقعى. أما

Mahyar (2021) فيرى أنها بمثابة هيكل معرفى نحتفظ بـه فـى رؤوسنا لمساعدتنا على تمثيل العالم المحيط والعلاقة بين أجزائه المتنوعة وإدراك الفرد لأفعاله ونتائج تلك الأفعال.

طبيعة النماذج العقلية وخصائصها:

تمتلك النماذج العقلية قوة لا يستهان بها؛ إذ يمكن للفرد فهم العالم الفيزيائى بشكل أفضل من خلال بناء شبكة من النماذج العقلية، تساعده على رؤية العالم كما هو وليس كما يريده؛ إذ تصبح الأحداث والظواهر الفيزيائية أكثر وضوحًا، وسيكون قادرًا من خلالها على اكتشاف حقائق ومفاهيم لم يتمكن من رؤيتها من قبل، فضلًا عن أنها تجنبه تكوين تصورات خطأ تعيق تقدمه فى تحقيق نواتج التعلم المرجوة أو فى حياته بصفة عامة (Parrish & Beaubien, 2019).

وأكد Hestenes (2006) على أن النماذج فى العلم يجب أن تعكس بنية المعرفة العلمية بشكل عام، وأنه يمكن وصف العلم بكونه بناء من النماذج المفاهيمية المشتركة، يمكن إدراكها وفهمها من خلال النماذج العقلية؛ لذا يجب التمييز بين النماذج العقلية Mental Models والنماذج المفاهيمية Conceptual Models كما بالشكل (2). فالنماذج العقلية هى بناءات خاصة فى ذهن الطالب تساعده على إدراك العالم المادى والتصرف بشكل إيجابى تجاهه وتطبيق معرفته العلمية فى الحياة الواقعية، بينما تُعد النماذج المفاهيمية بناءات معرفية توصل إليها العلماء نتاج التفكير والبحث العلمى فى ذلك النظام المادى وتمثيل العلاقات بين أحداثه بمنطقية وموضوعية.



شكل (2) العلاقة بين النماذج العقلية والنماذج المفاهيمية(Hestenes,2006)

وتتمتع النماذج العقلية بعدة خصائص يمكن إجمالها فيما يلى (Moray,2009; Feynman,2012; Khandelwal & Khare,2016; Young, 2018; Alwan,2019;Charlie,2020; Mahyar,2021; Munger,2022):

- تُعد النماذج العقلية الوحدات الأساسية لبناء المعرفة العلمية.
- تصورات داخلية تُبنى فى عقل الطالب، لفهم الواقع والتعامل معه، وإجراء أى عمليات عقلية عليه.
- تنمو وتتطور تدريجيًا، ويتم تنقيحها وتعديلها وفقًا لما يستجد عليها من معلومات ومدى إدراك الطالب للمفهوم أو الظاهرة الطبيعية.
- تستند إلى مرور الطلاب بأنشطة متنوعة تكسبهم معلومات دقيقة علميًا، كما تتأثر بخبراتهم ومعرفتهم السابقة الموجودة لديهم.
- تتضمن معرفة ضمنية منطقية من وجهة نظر الطالب؛ إذ تتفق مع تصوره المعرفى وبنيته العقلية.
- تستغرق وقتًا فى بنائها ولا تتكون لدى الطلاب فجأة، بل يعتمد بناؤها على استخدام الطلاب لمهارات التفكير المختلفة.
- تعبيرات عن الواقع تُبنى على حقائق قد تكون غير قابلة للتحديد كميًا، ولكنها موجهه لتفكير الطلاب وسلوكهم ويمكن استخدامها فى أى وقت.
- توليدية؛ إذ تؤدى إلى توليد معلومات جديدة عند استخدامها فى التنبوء والتفسير.
- لا يدرك معظم الطلاب النماذج العقلية التى بحوزتهم إلا عندما يتم اختبارها والكشف عنها.
- تقوم بعملية فلترة للمعلومات التى يتم استقبالها، أى الإدراك الانتقائى للعناصر والمعلومات الصحيحة.

اهتمت دراسات عديدة بالتعرف على النماذج العقلية حول المفاهيم العلمية لدى الطلاب المعلمين (Yayla & Eyceyurt, 2011) وطلاب مرحلتى التعليم الأساسى(Ozturk & Doganay, 2013; Johnson, Laird & Girotto,2022) وتوصلت نتائجها إلى وجود نماذج عقلية مختلفة متباينة لدى الطلاب، وأكدت ضرورة

تقديم المفاهيم المجردة بشكل ملموس من خلال أنشطة متنوعة مناسبة حتى يتمكن الطلاب من بناء نماذج عقلية صحيحة.

أهمية بناء النماذج العقلية لدى الطلاب:

للنماذج العقلية أهمية كبيرة فى بناء نماذج مفاهيمية صحيحة لدى الطلاب تسهم فى تفسير الظواهر الطبيعية، فضلاً عن توظيفها وتطبيقها فى مواقف الحياة الواقعية. ويستخدم الطلاب نماذجهم العقلية الخاصة بهم لمساعدتهم على تعلم العلوم؛ إذ تساعدهم فى بناء تصورات حقيقية عن الظواهر الطبيعية وفهمها والتنبؤ بما قد يحدث، كما أنها تعمل على إحداث التكامل بين المعرفة الجديدة والسابقة لدى الطلاب(Clear,2020).

كما أن للنماذج العقلية أهمية فى تحسين عمليتى التعليم والتعلم؛ إذ تساعد الطلاب على (Feynman, 2012; Young, 2018; Parrish & Beaubien, 2019; Charlie, 2020; Johnson, Laird & Girotto, 2022; Munger, 2022):

- ملاحظة العلاقات بين النموذج العقلى والعالم المادى
- ممارسة التفكير التأملى والاستدلال العلمى.
- تمثيل المعرفة العلمية التى يتم بنائها لإيصال فهمهم للآخرين.
- شرح الظواهر الطبيعية والقضايا العلمية المعقدة وفهمها وتفسيرها.
- تنمى عمليات العلم وطبيعة العلم.
- تكوين فهم عميق للمفاهيم العلمية المجردة الصعبة.
- التنبؤ بكيفية عمل نظام ما أو حل المشكلات فى الحياة الواقعية.
- توليد أفكار وحلول جديدة إذا ثبت فشل السابقة لها.
- تغيير الأفكار والمفاهيم الخطأ غير المتسقة مع المفاهيم العلمية الصحيحة.
- تنمية وعيهم للتحكم فيما لديهم من نماذج عقلية وإدارتها بكفاءة للتكيف مع الظواهر البيئية واتخاذ القرارات المناسبة تجاه القضايا المجتمعية والبيئية.
- تحسين عمليات التواصل مع زملائهم ومشاركتهم نماذجهم العقلية؛ مما ينمى لديهم النقد التعاونى للنماذج العقلية الخاصة بهم وبالآخرين.
- تنمية قدراتهم ومهاراتهم وتحسين سلوكهم التعليمى ووضع خطط لحل المشكلات والقيام بالمهام.

- تطوير وعيهم بمهارات ما وراء المعرفة، نحو إدراكهم المعرفى ومراقبة عمليات تكوين المعرفة وتنظيمها، والانتباه لعمليات معالجة المعلومات، والاستخدام الأمثل لتلك المعرفة ووصفها بصورة دقيقة.

ومما سبق يمكن استخلاص أن كلًا من النماذج العقلية والنماذج المفاهيمية بمثابة تمثيل للعالم الواقعى، يمكن التعبير عنها من خلال الأفعال أو الكلام أو الكتابة أو الرسم. ولكن تختلف النماذج العقلية عن النماذج المفاهيمية فى أوجه عديدة؛ إذ تُعبر النماذج المفاهيمية عن فهم محدود النطاق وتصور ثابت نسبيًا لموقف معين، لذا لا تكون قابلة للتعميم على مواقف أخرى، لذا تُعد النماذج المفاهيمية أجزاء من المعرفة. أما النماذج العقلية تتضمن عناصر متصلة ببعضها البعض وتتصف بالديناميكية والعمومية، إذ يُشغلها الفرد فى ذهنه كأنه يشاهد شريط فيديو، وهذا يختلف عن الصور الثابتة عند تصور موقفًا معينًا، لذا يمكن تعميمها على مواقف وظواهر عديدة. لذا يُعد تطوير قاعدة واسعة من النماذج العقلية لدى الطلاب أمرًا بالغ الأهمية للتفكير والتصرف بوضوح وعقلانية وفعالية فى الحياة الواقعية.

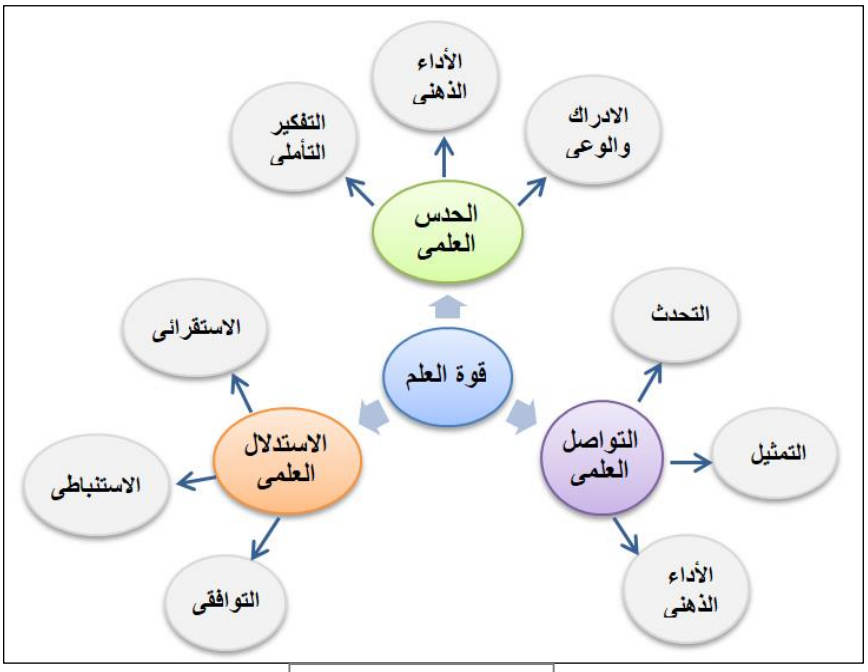
ثالثاً: قوة العلم: Power of Science

ترتبط قوة العلم ارتباطًا وثيقًا بعادات العقل المنتج لدى الطلاب، لكونها بمثابة القوة العقلية التى تحث الطلاب على الإصرار والمثابرة نحو تحقيق أهداف التربية العلمية المرجوة، فضلًا عن أنها تنمى لديهم الوعى العلمى والتفكير المستقبلى(عصام أحمد، 2021)؛ لذا يجب الحرص على تنمية قوة العلم بكافة أبعادها لدى الطلاب، وجعلها محور اهتمام برامج التربية العلمية وأحد أهم أهدافها، واستخدام استراتيجيات التدريس المناسبة لذلك.

أبعاد قوة العلم:

لتحقيق قوة العلم وتنميتها؛ لا بد من تحديد أبعادها وتوصيفها بدقة؛ إذ تساعد أبعاد قوة العلم الطالب على مواجهة مواقف الحياة المتنوعة؛ لذا يجب أن يتعلمها ويتدرب عليها ليصل إلى مستوى الإتقان. وبعد الاطلاع على الأبحاث والدراسات السابقة، والأدبيات التربوية، والدوريات العلمية التى تناولت بالبحث قوة العلم، نحو: (إيمان معوض، 2018؛

على راشد، 2019؛ عصام أحمد، 2021) (Barton & Yang, 2010; Bernard, 2014; Rosebery, Warren & Raymond, 2016; Jucan & Jucan, 2017; Maltbie, 2020; LDC5thUNC,2021) وبعد تحليل تلك المصادر، لتحديد أبعاد قوة العلم، يمكن استقراء ثلاثة أبعاد رئيسة – يجب على طلاب المرحلة الثانوية امتلاكها– ويوضح الشكل (3) تلك الأبعاد وأهم المهارات الفرعية المنبثقة من كل بُعد منها.



شكل (3) أبعاد قوة العلم

وفيما يلى عرض تفصيلى لتلك الأبعاد:

1. **الحدس العلمى:** يشير إلى العمليات العقلية القائمة على الفهم والإدراك والتى تساعد الطالب على انتقاء المعرفة الصحيحة وطرق الوصول إليها، ولا يستدل على ممارسة الطالب لها بطرق مباشرة وإنما من خلال ممارسات يستدل منها على وجودها، كما أن الطالب ذو الحدس العلمى يعالج المهام الموكولة له على نحو أفضل وأسرع، ويتمتع بالمثابرة والتروى وتحمل المسؤولية، فضلًا عن دقة فى الأداء المعرفى والتعامل مع مشكلات حياته اليومية بشكلٍ فعال. ومن أهم مهارات الحدس العلمى التى يجب أن يمتلكها الطالب ما يلى(على راشد، 2019؛ عصام أحمد، 2021؛ أسماء الشيخ،

2022؛ سالى عبد الفتاح، 2022؛ شرين عبد الفتاح،2022) (Barton & Yang, 2010; Bernard, 2014; Jucan & Jucan, 2017; Maltbie, 2020):

– **الوعى والإدراك:** هو عمليةٌ عقليةٌ تميّز الطالب وتساعده فى التعرف على محيطه الطبيعىّ الخارجىّ، والوصول إلى دلالات الأشياء ومعانيها، من خلال استقبال المثيرات الحسيّة وتنظيمها، ومن ثمّ تأويلها وتفسيرها.

وتهدف هذه المهارة إلى تكوين فهم صحيح للعلم لدى الأفراد، من حيث بنيته المعرفية وعملياته والعوامل الاجتماعية، فضلًا عن تحفيز الاتجاهات الإيجابية لديهم تجاه العلم وتقديره. كما أنها مهمّة جدّاً لكونّها تستعمل يوميّا فى إدراك المشكلات التى تواجهنا فى الحياة اليومية وفى كيفية معالجتها.

– **تنظيم الأداء الذهنى:** هو قدرة الطالب على التفكير بنمط إيجابى يعتمد على التفاعل المنظم مع المعلومات المقدمة له وترتيبها على أفضل وجه؛ ويتطلب ذلك الملاحظة العميقة للخصائص ومعرفة السبب وراء كل خاصية، والمقارنة الدقيقة بين الأشياء بتحديد أوجه التشابه والاختلاف، والتصنيف فى ضوء أكثر من خاصية وفقًا للصفات المشتركة، فضلًا عن القدرة على التعميم لبناء نَموذجٍ مُجرَّدٍ.

– **التفكير التأملى:** هو قدرة الطالب على تأمل الموقف التعليمى وتحليله إلى عناصره؛ لاشتقاق استنتاجات، وإعطاء تفسيرات مدعمة بالأدلة والبراهين.

2. **التواصل العلمى:** يشير إلى قدرة الطالب على التعبير عما لديه من آراء وأفكار ومفاهيم علمية، وتبادلها مع الآخرين وتوضيحها من خلال أشكال التواصل المختلفة. ومن أهم مهارات التواصل العلمى التى يجب أن يمتلكها الطالب ما يلى (تغريد حمد، 2017؛ إيمان معوض، 2018؛ عصام أحمد، 2021) (Rosebery, Warren & Raymond,2016; Ozdemir & Dikici, 2017; Maltbie, 2020):

– **التحدث:** هو قدرة الطالب على استخدام اللغة المنطوقة خلال المناقشات العلمية، والتفكير والمشاركة بفاعلية لتوضيح وجهة نظره خلال تلك المناقشات.

– **التمثيل:** هو قدرة الطالب على إعادة تقديم المفهوم العلمى بشكلٍ جديد وترجمته إلى صورة أخرى، فضلًا عن القدرة على تحويل التعبيرات العلمية إلى صيغ عديدة مثل: الرموز والرسوم البيانية والجداول والمعادلات.

– **الكتابة:** هو قدرة الطالب على التعبير عن أفكاره واستنتاجاته والمفاهيم العلمية التى اكتسبها بالكتابة، مما يسهم فى معرفة الآخرين لأفكاره واكتشاف الفهم الخطأ والتصورات البديلة لديه، وفتح قنوات التواصل بينهم.

3. الاستدلال العلمى: الاستدلال عملية تعتمد على التفكير العلمى، وتشير إلى قدرة الطالب على الوصول لاستنتاج منطقى قائم على الأدلة العلمية من خلال المعلومات المتاحة. ومن أهم أنواع الاستدلال العلمى التى يجب أن يمتلكها الطالب ما يلى (نعمة هجرس،2011؛ نادية لطف الله، 2012؛ إيمان معوض، 2018؛ على راشد، 2019) (Bernard, 2014; Jucan & Jucan, 2017; Ozdemir & Dikici, 2017; LDC5thUNC,2021) :

– الاستدلال الاستقرائى: هو قدرة الطالب على الوصول إلى الحقائق مع التيقن منها، من خلال ربط الحقائق ببعضها والمتشابه من المعرفة والخبرات، والانتقال من المحسوس إلى المجرد، والتطرُّق من الوقائع الجزئية التفصيلية إلى تكوين تعميم وقاعدة عامة.

– الاستدلال الاستنباطى: هو استدلال تنازُلى؛ إذ يصل الطالب إلى استنتاج منطقى من مقدمات عامة، أى ينطلق من مبادئ عامة إلى حالات خاصة، ومن التفكير الكلى إلى الجزئى ومن المجرد إلى المحسوس، ومتى توافرت لدى الطالب معلومات صحيحة يقينية فمن المؤكد أن يصل لاستدلال منطقى صحيح.

– الاستدلال التوافقى: هو قدرة الطالب على التفكير فى عدة عوامل مختلفة مرتبطة بمشكلة ما فى آنٍ واحد، واكتشاف العلاقات بينها باستخدام قواعد المنطق الرياضى لتحديد مدى تأثيرها واستبعاد العوامل التى ليس لها تأثير.

أهمية تنمية قوة العلم:

تكمن أهمية تنمية قوة العلم فى عدة نقاط مهمة أكدتها الأدبيات التربوية والدراسات السابقة، يمكن تلخيصها فيما يلى (إيمان معوض، 2018؛ عصام أحمد، 2021) (Bernard, 2014; Rosebery, Warren & Raymond, 2016; Maltbie, 2020; LDC5thUNC, 2021):

1. تُعد بمثابة القوة العقلية التى تدفع الطلاب للمثابرة على تحقيق الأهداف المرجوة.
2. تنمى لدى الطلاب الوعى العلمى ومهارات التفكير العلمى المختلفة وتدعم الابتكار والإبداع.
3. تكسب الطلاب مهارات البحث والاستقصاء وخبرات تكاملية.
4. تزيد قدرة الطلاب على تنظيم المفاهيم الرئيسة وإدراك الترابطات والعلاقات داخل مستويات المعرفة العلمية وبينها وبين مجالات العلم المختلفة.
5. تساعد الطلاب على الوصول إلى استنتاجات منطقية واختبار مدى صحة ادعاءاتهم بشكلٍ موضوعى.
6. تساعد الطلاب على توظيف المفاهيم العلمية فى حل المشكلات المجتمعية المختلفة.
7. تنمى لدى الطلاب الثقة بالنفس والمثابرة واتخاذ القرار الصحيح تجاه القضايا العلمية.
8. تزود الطلاب بالحد الأقصى للمعرفة العلمية مما يدعم تفكيرهم فى المستقبل.

دور معلم العلوم فى تنمية قوة العلم:

إنّ عملية تنمية قوة العلم محكومة بعوامل عديدة، أهمها المعلم لما له من دور هام وحيوى فى تنمية أبعاد قوة العلم المختلفة؛ لأنّ النتائج المحققة من تدريس المحتوى العلمى تتوقف بدرجة كبيرة على ممارسات المعلم داخل الغرف الصفية. ومن الممارسات المقترحة لتنمية أبعاد قوة العلم ما يلى (على راشد، 2019) (Bernard, 2014; Jucan & Jucan, 2017; Maltbie, 2020):

- اختيار أنشطة وخبرات تنمى فضول الطالب وتحثه على التعلم.
- تصميم أنشطة عديدة تعمل على تحسين مهارات حل المشكلات والبحث، وممارسة التفكير النقدى، وإتاحة الفرص للطلاب لتحليل البيانات وتقييم الأدلة، ومن ثم استخلاص النتائج. هذه الأنشطة توفر فرصًا حقيقية للطلاب للكشف عن طاقاتهم، والتعبير عن خبراتهم الذاتية، فضلاً عن أن الأنشطة التى تنمى قوة

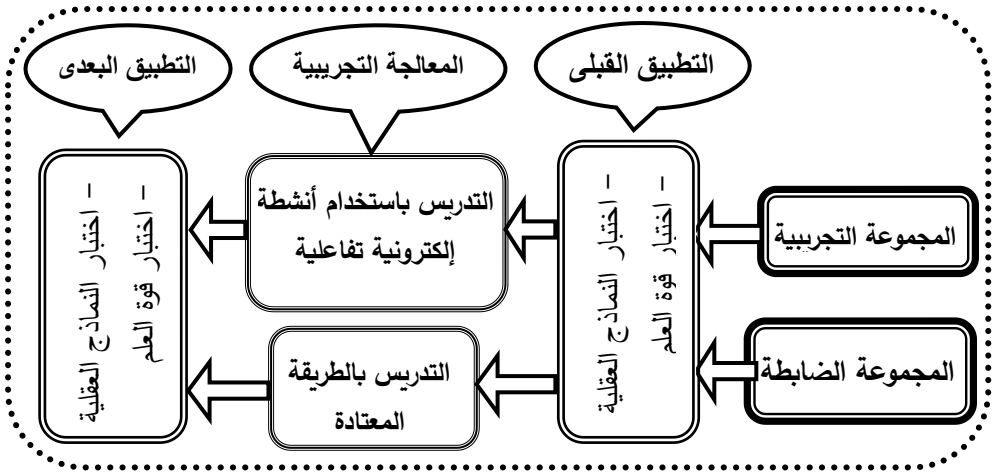
العلم تفتح آفاقًا واسعة للبحث والاستكشاف، وحل المشكلات، والربط بين الخبرات والمفاهيم بين مختلف التخصصات.

- تعزيز أفكار الطلاب الجديدة وإجاباتهم التى تعكس مرونتهم فى التفكير ومخيلتهم المبدعة.
- دعم وتشجيع المناقشات العلمية بين الطلاب مما يشكل تحديًا لهم ويشركهم فى تعلم فعال.
- مساعدة الطلاب لبناء معرفتهم بأنفسهم من خلال حل مشكلات واقعية بالاعتماد على خبراتهم وتجاربهم ومهاراتهم فى البحث والتقصى وحل المشكلات.
- تطوير مهارات البحث العلمى فى بيئات التعلم التفاعلية.
- توفير بيئة تعلم محّفزة لأبعاد قوة العلم؛ حيث لا يحتكر المعلم معظم وقت الحصة، كما يجب عليه أن يجعل من الطالب محور الأنشطة التعليمية.
- توظيف استراتيجيات تعلم نشط تعتمد على المشاركة الإيجابية الفعالة للطلاب.

إجراءات البحث:

أولًا: تصميم البحث:

اعتمد هذا البحث على المنهج الوصفى التحليلى لتصميم أنشطة إلكترونية تفاعلية. كما اعتمد على المنهج التجريبى بتصميم المجموعة الضابطة ذات الاختبار القبلى والبعدى Pre test post test control group design والذى يُعبر عنه بالشكل(4).



شكل (4) التصميم التجريبى للبحث

ثانياً: إعداد كراسة الأنشطة ودليل المعلم:

صُممت كراسة الأنشطة ودليل المعلم وفق الإجراءات التالية:

1. مراجعة الأدبيات التربوية والدراسات والبحوث السابقة والمصادر والمراجع العلمية المتعلقة بالأنشطة الإلكترونية التفاعلية وتحليلها للاستفادة منها فى إعداد الأنشطة الإلكترونية التفاعلية.
2. تحليل محتوى وحدة الفيزياء الحرارية من كتاب الفيزياء للصف الثانى الثانوى للتعرف على المفاهيم العلمية المتضمنه بها.
3. تقسيم محتوى الوحدة إلى اثنتى عشرة حصة خلال مدة ستة أسابيع.
4. تصميم الأنشطة الإلكترونية التفاعلية عبر موقع ***formative***؛ إذ تم تصميم خمسة عشر نشاطًا تفاعليًا، اعتمادًا على برامج للمحاكاه التفاعلية وتطبيقات تكنولوجية يوضحها جدول (1).

جدول (1) برامج المحاكاه التفاعلية والتطبيقات التكنولوجية المستخدمة

برامج محاكاه تفاعلية	تطبيقات
PhET	**الديناميكا الحرارية**
Crocodile Physics	***Thermonator***
Physion	***Thermodynamics Quiz***
physprof	***Applied Thermodynamics***
Yenka	***Thermodynamics Calc.***

5. إعداد كراسة الأنشطة للطلاب ودليل إرشادى للمعلم لتدريس المفاهيم العلمية بالوحدة باستخدام الأنشطة الإلكترونية التفاعلية.
6. ضبط كراسة الأنشطة ودليل المعلم بعرضهما على عدد من الأساتذة المتخصصين[1] فى المجال، وبعد تنفيذ التعديلات التى اقترحها المحكمين أصبح الدليل وكراسة النشاط فى صيغتهما النهائية القابلة للتطبيق[2].

[1] ملحق (4) قائمة المحكمين
[2] ملحق (1) كراسة الأنشطة ودليل المعلم

ثالثاً: إعداد أدوات قياس المتغيرات التابعة وجمع البيانات:

I. إعداد اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية:

أُعد الاختبار وفق الخطوات التالية:

1- تحديد الهدف من الاختبار: يهدف إلى التعرف على النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية لدى طلاب الصف الثانى الثانوى.

2- صياغة مفردات الاختبار فى صورة أسئلة اختيار من متعدد ذات البدائل الأربعة.

3- تحديد صدق الاختبار، حيث عُرض الاختبار على عدد من المتخصصين[1] بغرض التعرف على صدق المحتوى، ثم إجراء ما أبدوه من تعديلات.

4- تطبيق الاختبار على عينة من طلاب الصف الثانى الثانوى مماثلة لعينة البحث لتقنينه، ووجد أن معامل ثبات الاختبار بطريقة "كيودر ريتشاردسون" يساوى (0.88) وتراوحت معاملات سهولة مفردات الاختبار المصححة من أثر التخمين بين (0.27-0.87)، فى حين تراوحت معاملات التميزية بين (0.29 – 0.86) وبلغ زمن الإجابة عن الاختبار (90) دقيقة.

5- تكون الاختبار فى صورته النهائية[2] من (60) مفردة، ويوضح جدول (2) مواصفات الاختبار.

جدول (2) مواصفات اختبار النماذج العقلية

عدد المفردات	60
الدرجة الكلية	60
معامل ثبات الاختبار	0.88
قيم معاملات السهولة والصعوبة	0.87-0.27
قيم معاملات التميزية	0.86 – 0.29
زمن الإجابة عن الاختبار	(90) دقيقة

II. إعداد اختبار قوة العلم:

أُعد الاختبار وفق الخطوات التالية:

1-تحديد الهدف من الاختبار: يهدف هذا الاختبار إلى قياس مدى ممارسة طلاب الصف الثانى الثانوى لأبعاد قوة العلم المختلفة فى مواقف متنوعة.

[1] ملحق (4) قائمة المحكمين

[2] ملحق (2) اختبار النماذج العقلية

2- تحديد أبعاد الاختبار، والتى تمثلت فى: الحدس العلمى، والتواصل العلمى، والاستدلال العلمى.

3- صياغة مفردات الاختبار فى صورة أسئلة اختيار من متعدد ذات البدائل الأربعة.

3-تحديد صدق الاختبار، حيث عُرض الاختبار على عدد من المتخصصين[1] بغرض التعرف على صدق المحتوى، ثم إجراء ما أبدوه من تعديلات.

4-تطبيق الاختبار على عينة من من طلاب الصف الثانى الثانوى مماثلة لعينة البحث لتقنينه، ووجد أن معامل ثبات الاختبار بطريقة "كيودر ريتشاردسون" يساوى (0.87) وتراوحت معاملات سهولة مفردات الاختبار المصححة من أثر التخمين بين (0.28-0.79)، فى حين تراوحت معاملات التميزية بين (0.29 – 0.81) وبلغ زمن الإجابة عن الاختبار (50) دقيقة.

5-تكون الاختبار فى صورته النهائية[2] من (30) مفردة، ويوضح جدول (3) مواصفات الاختبار.

جدول (3) مواصفات اختبار قوة العلم

الأبعاد	عدد المفردات	الوزن النسبى%	أرقام المفردات	الدرجة الكلية
الحدس العلمى	10	33.33	-18-16-10-6-3-1 30-27-25-24	10
التواصل العلمى	10	33.33	-17-14-12-5-4 29-26-23-21-19	10
الاستدلال العلمى	10	33.33	-13-11-9-8-7-2 28-22-20-15	10
المجموع	**30**	**100**		**30**
معامل ثبات الاختبار			0.87	
قيم معاملات السهولة والصعوبة			0.79-0.28	
قيم معاملات التميزية			0.81 – 0.29	
زمن الإجابة عن الاختبار			(50) دقيقة	

[1] ملحق (4) قائمة المحكمين
[2] ملحق (3) اختبار قوة العلم

رابعاً: وصف إجراءات تجربة البحث وتحليل البيانات.

1. **التطبيق القبلي لأداتي البحث:** طُبقت أداتي البحث على عينة البحث يوم 2023/4/10 قبل بدء دراسة الوحدة بالأنشطة الإلكترونية التفاعلية، وحُللت البيانات باستخدام *t*-test على برنامج SPSS(25) وجاءت النتائج كما موضح بجدول (4).

جدول (4) دلالة الفروق بين متوسطى درجات المجموعتين فى التطبيق القبلى

المتغير	المجموعة	N	Mean	S.D.	Df	*t-value
النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية	التجريبية	72	10.46	3.01	143	0.497
	الضابطة	73	10.21	3.04		
قوة العلم ككل	التجريبية	72	7.35	1.81	143	0.135
	الضابطة	73	7.39	1.75		
الحدس العلمى	التجريبية	72	2.17	1.62	143	0.398
	الضابطة	73	2.28	1.71		
التواصل العلمى	التجريبية	72	3.05	1.25	143	0.515
	الضابطة	73	2.92	1.32		
الاستدلال العلمى	التجريبية	72	2.13	1.67	143	0.203
	الضابطة	73	2.19	1.90		

*t at $p < (0.05, 143) = 1.984$

يتضح من جدول (4) أن جميع قيم t غير دالة إحصائيًا عند مستوى دلالة (p<0.05) مما يدل أنه **لا يوجد فرق دال إحصائيًا بين متوسطى درجات مجموعتى البحث قبليًا**، مما يشير إلى تكافؤ المجموعتين قبل بدء تطبيق المعالجة التجريبية.

2. **تطبيق المعالجة التجريبية:** بدأ تدريس وحدة "الفيزياء الحرارية" بالأنشطة الإلكترونية التفاعلية لعينة البحث فى 2023/4/10 وانتهى فى 2023/5/18؛ بواقع ثلاث حصص أسبوعيًا باجمالى اثنتى عشرة حصة، ويلخص جدول (5) الخطة الزمنية لتدريس الوحدة.

جدول (5) الخطة الزمنية لتدريس وحدة "الفيزياء الحرارية"

الموضوع	عدد الحصص	عدد الأنشطة	الزمن
الحرارة والطاقة الحرارية	3	6	2:15
قوانين الغازات	9	9	6:45
المجموع	12	15	9

3. **التطبيق البعدى لأداتى البحث:** طُبقت أداتى البحث بعديًا على عينة البحث فى يوم 2023/5/23.

عرض نتائج البحث.

أولًا: نتائج الإجابة عن السؤال الأول من أسئلة البحث.

يلخص جدول (6) نتائج *t*–test للمقارنة بين متوسطى درجات المجموعتين فى التطبيق البعدى لاختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية.

جدول(6) دلالة الفرق بين متوسطى درجات المجموعتين فى التطبيق البعدى لاختبار النماذج العقلية

المتغير	الدرجة العظمى	المجموعة	n	mean	S.D.	*t-value	Cohen's d
النماذج العقلية للفيزياء الحرارية	60	التجريبية	72	55.49	2.04	48.607	0.943
		الضابطة	73	38.40	2.19		

*t at p <(0.01,143)= 2.626

إذ يتضح من جدول (6) أن قيمة t دالة إحصائيًا عند مستوى $(p<0.01)$، مما يشير إلى وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى $(p<0.01)$ بين متوسطى درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة لعينة البحث فى التطبيق البعدى لاختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية لصالح طلاب المجموعة التجريبية. وتقضى هذه النتيجة رفض الفرض الصفرى الأول.

كما يتضح أيضاً من جدول (6) أن قيمة Cohen's d تعبر عن أثر كبير للمعالجة التجريبية فى المتغير التابع؛ أى أن لاستخدام الأنشطة الإلكترونية التفاعلية تأثيرًا كبيرًا فى بناء النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية لدى طلاب المجموعة التجريبية.

ثانياً: نتائج الإجابة عن السؤال الثانى من أسئلة البحث.

يلخص جدول (7) نتائج *t*–test للمقارنة بين متوسطى درجات المجموعتين فى التطبيق البعدى لاختبار قوة العلم.

جدول (7) دلالة الفرق بين متوسطى درجات المجموعتين فى التطبيق البعدى لاختبار قوة العلم

المتغير	الدرجة العظمى	المجموعة	N	Mean	S.D.	*t-value	Cohen's d
قوة العلم ككل	30	التجريبية	72	28.63	3.32	27.278	0.839
		الضابطة	73	12.77	3.67		
الحدس العلمى	10	التجريبية	72	9.41	1.91	17.261	1.803
		الضابطة	73	4.02	1.85		
التواصل العلمى	10	التجريبية	72	9.70	1.87	16.137	1.625
		الضابطة	73	4.62	1.92		
الاستدلال العلمى	10	التجريبية	72	9.52	1.70	17.423	1.821
		الضابطة	73	4.13	2.0127		

*t at p <(0.01,143)= 2.626

إذ يتضح من جدول (7) أن قيمة t دالة إحصائيًا عند مستوى ($p<0.01$)، مما يشير إلى وجود فرق ذو دلالة إحصائية عند مستوى ($p<0.01$) بين متوسطى درجات المجموعتين: التجريبية، والضابطة لعينة البحث فى التطبيق البعدى لاختبار قوة العلم لصالح طلاب المجموعة التجريبية. وتقضى هذه النتيجة رفض الفرض الصفرى الثانى.

كما يتضح أيضاً من جدول (7) أن قيمة Cohen's d تعبر عن أثر كبير للمعالجة التجريبية فى المتغير التابع؛ أى أن لاستخدام الأنشطة الإلكترونية التفاعلية تأثيرًا كبيرًا فى تنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب المجموعة التجريبية.

ثالثاً: نتائج الإجابة عن السؤال الثالث من أسئلة البحث.

لبحث العلاقة الارتباطية بين النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم، حُسِبَ معاملُ ارتباطِ "بيرسون" Pearson بين درجات طلاب المجموعة التجريبية فى اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية ودرجاتهم فى اختبار أبعاد قوة العلم، وكانت قيمتُه (0.94) وهذه قيمةٌ دالَّةٌ إحصائيًا عند مستوى (0.01)، كما حُسِبَ معاملُ ارتباطِ "بيرسون" Pearson بين درجات طلاب المجموعة الضابطة فى اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية ودرجاتهم فى اختبار أبعاد قوة العلم، وكانت قيمتُه (0.89) وهذه قيمةٌ دالَّةٌ إحصائيًا عند مستوى (0.01).

مما يدل على وجودُ علاقةٍ ارتباطيةٍ موجبة عند مستوى (0.01)، بين درجات طلاب الصف الثانى الثانوى فى اختبار النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية ودرجاتهم فى اختبار أبعاد قوة العلم؛ وتقضى هذه النتيجة برفض الفرض الصفرى الثالث.

تفسير نتائج البحث ومناقشتها:

يمكن القول أن **التدريس باستخدام الأنشطة الإلكترونية التفاعلية قد أدى إلى بناء طلاب المجموعة التجريبية نماذج عقلية صحيحة حول الفيزياء الحرارية، وتُرْجِعُ الباحثة السبب فى ذلك؛ إلى أن الأنشطة الإلكترونية التفاعلية تُعزز:**

- المشاركة الفعالة للطلاب والتفاعل مع المحتوى وتبادل الأفكار والمعلومات بين الطلاب أنفسهم وبينهم وبين معلمهم مما سمح لهم بتطوير خبراتهم ومهاراتهم.
- الفعل والتفكير ؛ لذا أتاحت الفرصة لأداء الطلاب لمهام متنوعة أحدثت تفاعل واندماج نشط، مارسوا من خلاله عمليات عقلية أسهمت في تعديل ادراكهم ورؤيتهم لمفاهيم الفيزياء الحرارية.
- مساعدة الطلاب فى ادراك العلاقات بين المفاهيم العلمية والتوصل إلى استنتاجات علمية تسهم فى بناء النماذج العقلية.
- التنافس بين المجموعات، خاصة عند إنجاز أوراق العمل بكراسة الأنشطة والتكليفات المنزلية، كان لهما أثر في صقل معرفة الطلاب وتنمية مهاراتهم وتعديل التصورات الخطأ لديهم.
- طبيعة مفاهيم الفيزياء الحرارية التى تتناسب مع الأنشطة التفاعلية أكثر من الطريقة التقليدية فى التدريس.
- مناقشات تفاعلية أثناء تنفيذ الأنشطة وبعدها، تحت إشراف الباحثة، التي تقدم باستمرار توجيهات لقيادة التفكير والعمليات العقلية المختلفة، مما أسهم في توضيح المفاهيم واستيعاب الطلاب لها وتعديل ما لديهم من تصورات خطأ حولها.
- تكوين ارتباطات منطقية فيما بين المفاهيم العلمية؛ الأمر الذي ساعدهم على استيعاب المحتوى بصورة أفضل، وتوظيفه فى حل مشكلات حياتية.

- مرونة بيئة التعلم وتوفير مصادر تعلّم متنوّعة لإنجاز المهام التعليمية، مما ساهم فى بناء نماذج عقلية صحيحة.
- زيادة فرصة تعلم الطلاب وجعلهم أكثر نشاطًا وفاعلية؛ لتوفير الأنشطة الإلكترونية فرص تعلم متزامن (داخل الفصل) وغير متزامن (مرونة الزمان والمكان)، وانعكس ذلك فى فهمهم للمفاهيم العلمية وبناءهم لنماذج عقلية صحيحة.
- عرض فيديوهات لمفاهيم الفيزياء الحرارية، مما أسهم فى توضيح المفاهيم المجردة بكفاءة.

ويتسق ذلك مع ما توصلت إليه نتائج دراسات (سندس الشقور، 2023) (Mulder, Lazonder & de Jong, 2018; Srisawasdi & Panjaburee, 2019) التى أكدت فاعلية التدريس باستخدام الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى تنمية قدرة الطلاب على بناء فهم شامل للمفاهيم العلمية بشكل فعال.

وتُرْجِعُ الباحثة السبب فى فاعلية الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى تنمية أبعاد قوة العلم لدى طلاب المجموعة التجريبية، إلى ما تتميز به الأنشطة الإلكترونية التفاعلية من:

- المشاركة الفعالة للطلاب وادراكهم للهدف المرجو من كل خطوة من خطوات الأنشطة، مما سمح لهم بتطوير خبراتهم ومهاراتهم.
- تنوع الأنشطة والمهام بشكل يراعى تنوع الطلاب واختلاف قدراتهم ومهارات تفكيرهم وسرعة تعلمهم، فضلًا عن تنفيذها فى صورة مسابقات تنافسية بين المجموعات، مما جعلهم أكثر اندماجًا.
- اعتمادها على التعلم القائم على الاستقصاء باستخدام المحاكاة مما ينمى لدى الطلاب أبعاد قوة العلم المختلفة.
- تقديم المهام بشكل ممتع وشيق يجذب اهتمام الطلاب ويجعلهم أكثر دافعية لتنفيذها.
- تكامل كافة أبعاد الأنشطة مما يجعل الطلاب يهتمون بتفاصيل المهمة بشكل متكامل يؤدى إلى انجازها بنجاح.

- تشجيع الطلاب على الاستكشاف وجمع المعلومات، والتدريب على البحث عن المعرفة، واختيار المعلومات المناسبة وتحديد مبررات هذا الاختيار، والحوار العلمى، ساهم فى تنمية أبعاد قوة العلم.
- تقديم المهام بشكل إلكترونى ساعد الطلاب على البحث والتقصى وزيادة قدرتهم على حل المشكلات التى تواجههم.

أما فيما يخص العلاقة الارتباطية بين النماذج العقلية حول الفيزياء الحرارية وأبعاد قوة العلم؛ تشير هذه العلاقةُ الارتباطية الموجبة، أنه يمكن التنبؤ بمدى ممارسة طلاب الصف الثانى الثانوى لأبعاد قوة العلم من خلال معرفة ما لديهم من نماذج عقلية حول الفيزياء الحرارية، والعكس صحيح. **وتُرْجِعُ الباحثة السبب فى ذلك إلى:**

- النماذج العقلية لدى الطلاب وتعديل الخطأ منها، من شأنه أن يوفر الدافع لديهم لممارسه أبعاد قوة العلم داخلَ الفصل.
- الطلاب الذين يمارسون أبعاد قوة العلم المختلفة، أكثر تقبلًا لمراجعة ما لديه من نماذج عقلية، وأكثر تقبلاً لاكتساب المعرفة الجديدة وتعديل تصوراتهم الخطأ.
- الطالب الذى يمارس أبعاد قوة العلم، يكون أكثر تقبلاً لتعديل نماذجه العقلية الخطأ حول المفاهيم الفيزيائية.
- بناء الطلاب لنماذج عقلية صحيحة، أدى إلى تحسين ممارساتهم لأبعاد قوة العلم وتنميتها.

توصيات البحث:

فى ضوء النتائج التى أسفر عنها البحث، يُوصَى بما يلى:

1. توظيف الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى تدريس مناهج العلوم.
2. يجب الاهتمام ببناء نماذج عقلية صحيحة حول المفاهيم العلمية لدى الطلاب فى مختلف المراحل التعليمية.
3. الحرص على الاهتمام بتنمية أبعاد قوة العلم لدى معلمى العلوم والطلاب فى مختلف المراحل التعليمية.

مقترحات البحث:

امتدادًا لما توصَّل إليه البحث من نتائج، يمكن القيامُ بالبحوث التالية:

1. فاعلية الأنشطة الإلكترونية التفاعلية لبناء نماذج عقلية حول المفاهيم العلمية لدى تلاميذ المرحلة الإبتدائية.
2. فاعلية الأنشطة الإلكترونية القائمة على الاستقصاء العلمى لتنمية المفاهيم العلمية وأبعاد قوة العلم لدى طلاب المرحلة الإعدادية.
3. فاعلية برنامج تدريبى قائم على الأنشطة الإلكترونية التفاعلية فى تنمية المفاهيم الفيزيائية وقوة العلم لدى معلمى العلوم.
4. إجراء بحوث مماثلة فى مقررات الكيمياء والأحياء لطلاب المرحلة الثانوية.

المراجع

المراجع العربية

أسماء الشيخ (2022). فاعلية استراتيجية (PQ4R) فى تنمية الحس العلمى لدى طالبات الصف الثالث المتوسط بمحافظة الخرج. *مجلة البحث العلمى فى التربية*، *23*(4)، 111-140.

إيمان معوض (2018). *فاعلية برنامج متكامل فى العلوم الطبيعية قائم على مدخل STEAM.Eo وبرنامج Risk فى تنمية التفكير الفراغى والتنظيم الذاتى والقوة العلمية لدى طلاب المرحلة الثانوية*. رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية جامعة حلوان.

تغريد حمد (2017). *أثر توظيف استراتيجية (TBL) فى تنمية المفاهيم ومهارات التواصل العلمى لدى طالبات الصف التاسع الساسى*. رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية، غزة.

زهرة دوادى (2023). معالجة التصورات الخاطئة لدى التلاميذ المتعلقة بمفهوم الحرارة فى التعليم الثانوى بالجزائر. *مجلة البحوث التربوية والتعليمية*، *12*(1)، 497-516.

سالى عبد الفتاح (2022). برنامج مقترح لمعلمى العلوم قائم على مدخل المعلم كعالم لتنمية الحس العلمى وبعض متطلبات الكفاءة المهنية لديهم. *دراسات فى التعليم الجامعى، 54*، 273-288.

سندس الشقور (2023). *أثر التدريس باستخدام أنشطة إلكترونية تفاعلية فى تنمية تحصيل طلاب الصف الثالث الأساسى فى مبحث العلوم فى لواء فقوع*. رسالة ماجستير ،كلية الدراسات العليا جامعة مؤتة.

شرين عبد الفتاح (2022). برنامج فى التكنولوجيا الخضراء لتنمية التفكير المستقبلى والحس العلمى لدى طلاب كلية التربية. *مجلة كلية التربية-جامعة أسيوط، 38*(11)، 1-60.

عصام أحمد (2021). برنامج مقترح فى الكيمياء قائم على المستحدثات الكيميائية لتنمية المفاهيم المرتبطة بها وقوة العلم لدى طلاب الصف الأول الثانوى. *دراسات تربوية واجتماعية،27*(6)، 78-126.

على راشد (2019). دور تدريس العلوم فى تنمية مهارات قوة العلم لدى المتعلمين. *المؤتمر العلمى الحادى والعشرون: التربية العلمية وجودة الحياة*، القاهرة، جامعة عين شمس-كلية التربية- الجمعية المصرية للتربية العلمية، 127-144.

نادية لطف الله (2012). نموذج تدريسى مقترح فى ضوء التعلم القائم على الدماغ لتنمية المعارف الأكاديمية والاستدلال العلمى والتنظيم الذاتى لتلاميذ الصف الأول الإعدادى. *المجلة المصرية للتربية العلمية، 15*(3)، 229-279.

نعمة هجرس (2011). فعالية استراتيجية قائمة على التعلم النشط فى تنمية مهارات الاستدلال العلمى فى تدريس العلوم لتلاميذ المرحلة الاعدادية. *مجلة البحث العلمى، 12*(4)، 1451-1479.

وليد نوافلة، محمود خلف، أمل المومنى (2016). المفاهيم البديلة المتعلقة بمفهومي الحرارة ودرجة الحرارة لدى طلبة تخصص الفيزياء في جامعة اليرموك. *مجلة الدراسات التربوية، 43*(3)، 1423-1442.

المراجع الأجنبية

Alwan, A. (2019). Misconceptions of heat and temperature among physics Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 20*(1). 600-614..

Barton, A. & Yang, K. (2010). The Culture of Power Science: Learning Science of Inner-City Students. *Journal of Research in Science Teaching, 47* (8), 871-889.

Ben, M., Ait Hou, M., Bliya, A., Hassouni, T. & Al Ibrahmi, E. (2021). The Effect of Using Computer Simulation on Students' Performance in Teaching and Learning Physics. *Education Research International*, 2(1), 664-681.

Bernard, F. (2014). The Power of Science. *American Sociological Review, 79* (6), 672-689.

Boilevin, J. (2017). *Renovation of physical science teaching and teacher training: didactic perspectives*. France**:** De Boeck Superieur.

Charlie, M. (2020). *The quality of your thinking depends on the models that are in your head.* Retrieved February 25, 2022 from: http://www.aapt.org/ Resources/SecondarySchool-Physics-Teacher/ The quality of thinking/pdf

Clear, j. (2020). *Accelerated Learning: A Brief Guide on How to Learn Faster*. Retrieved July 8, 2022 from: https://jamesclear.com/articles.

de Jong, T.& van Joolingen W. (2018). Model-facilitated learning. In Spector M., Merrill M. D., van Merrienboer J., Driscoll M. P. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 457-468). New York, NY: Lawrence Erlbaum.

Douadi, Z., Rayane , S. & Djabali, D. (2018). Difficulties of teaching and learning the concepts of thermodynamics in the secondary education in Algeria. *Latin American Journal of Physics Education, 12*(4), 1-20.

Erdem, A. (2019). A Study on Teachers' Views on the Use of Technology to Improve Physics in High School. Retrieved

February 18, 2021 from: https://doi.org/10.11114/jets.v7i4.4019

Eryılmaz, A. (2020). Development and application of three-Tier heat and temperature test: Sample of bachelor and graduate students. *Eurasian Journal of Educational Research, 50*, 51-76.

Eseryel, D. & Law, V. (2020). *Promoting learning in complex systems: Effect of question prompts versus system dynamics model progressions as a cognitive-regulation scaffold in a simulation-based inquiry-learning environment*. Paper presented at the 9th International Conferences of the Learning Sciences, Chicago, (June 29– July 2).

Feynman, R. (2012). *Thinking with mental models.* London: Technomic publishers.

Hall, T. E. (2018). *Simulations in Inquiry-Based Learning*. Doctoral dissertation, Lynn University.

Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. *Paper presented at the GIREP conference: Modeling in Physics and Physics Education*, University of Amsterdam, Netherlands, 20.-25. August.

Johnson, P.; Laird, N. & Girotto, V. (2022). *Mental models: a gentle guide for students.* Retrieved March 28, 2022 from: https://www.researchgate.net/publication/228408902/pdf

Jucan, M. & Jucan, C. (2017). The Power of Science Communication. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *149*, 461 – 476.

Khandelwal, V. & Khare, A. (2016). *Mental Models, Investing, and You.* India: Skylab Media & Research

LDC 5 Th United Nations Conference (LDC5thUNC). (2021). *Leveraging the power of science, technology and innovation to fight multidimensional vulnerabilities and to achieve the SDGs*. Retrieved February 15, 2021 from: https://www.un.org/ldc5/sites/www.un.org.ldc5/files/theme_2_concept_note_on_sti_0.pdf

Lehtinen, A. & Viiri, J. (2017). Guidance Provided by Teacher and Simulation for Inquiry-Based Learning: a Case Study. *Journal of Science Education and Technology, 26* (2),193-206

Mahdi, K., & Laafou, Mohamed.R, J.-I. (2018). The impact of continuous distance training on teachers of physics in IEA. *Journal for Educators, Teachers and Trainers, 9*(1), 27–41.

Mahyar, N. (2021). *Mental Models, Conceptual Models and Design*. London: Stony press.

Maltbie, K. (2020). *The Power of Science. Newbury park*. California: SAGE Publications Inc.

Moray, N. (2009). *Mental Models in Theory and Practice.* Cambridge: Cambridge University Press.

Mulder, Y.; Lazonder, A. & de Jong, T. (2018). Simulation-Based Inquiry Learning and Computer Modeling. *Sage Journahs ,46*(3), 45-61.

Munger, C. (2022). *100 Mental Models*. Retrieved February 26, 2022 from: https://wisdomtheory.gumroad.com/l/pdf books_100MM

Ndihokubwayo, K. (2017). Investigating the status and barriers of science laboratory activities in Rwandan teacher training colleges. *Science Teacher Practices, 4*(1), 47–54.

Ouahi, M., Lamri, D., Hassouni, T. & El Mehdi, A. (2022). Science Teachers' Views on the Use and Effectiveness of Interactive Simulations in Science Teaching and Learning. *International Journal of Instruction, 15*(1), 272-292.

Ozdemir, G. & Dikici, A. (2017). Relationships between scientific process skills and scientific creativity: Mediating role of nature of science knowledge. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH), 3*(1), 52-68.

Ozturk, A. & Doganay, A. (2013). Primary school 5th and 8th graders' understanding and mental models about the shape of the world and gravity. *Educational Sciences: Theory & Practice, 13*(4), 2469- 2476.

Parrish, S. & Beaubien, R. (2019). *Great Mental Models.* USA: Information Science Reference.

Rosebery, A.; Warren, B. & Raymond, E. (2016). Developing Power of Science. *Journal of Research in Science Teaching, 53* (10), 1571-1600.

Shahzadi, I. & Nasreen, A. (2020). Assessing Scientific Literacy Levels among Secondary School Science Students of District Lahore. *Bulletin of Education and Research, 42* (3), 1-21.

Sozbilir, M. (2018). A Review of Selected Literature on Students' Conceptions of Heat and Temperature. *Boğaziçi University Journal of Education. 20*, 25-41.

Srisawasdi, N. & Panjaburee, P. (2019). Exploring effectiveness of simulation-based inquiry learning in science with integration of formative assessment. *Journal of Computers in Education (JCE), 2*, 323–352.

Yayla, G. & Eyceyurt, G. (2011). Mental Models of pre service science teachers about basic concepts in chemistry. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES),* Special Issue: Selected papers presented at WCNTSE 285- 294.

Yeo, S. & Zadnik, M. (2021). Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding. *The Physics Teacher, 48*, 490-504.

Young, I. (2018). *Mental Models.* New York: Rosenfeld Media.

Yuliati, L., Riantoni, C., & Mufti, N. (2018). Problem solving skills on direct current electricity through inquiry-based learning with IEA. *International Journal of Instruction, 11*(4), 123–138.