المجلة العلمية لجامعة الملك فيصل
The Scientific Journal of King Faisal University
العلوم الإنسانية والإدارية
Humanities and Management Sciences

التوجهات العالمية لأبحاث التربية العملية للفترة من 2019-2020: مراجعة منهجية

أماني خلف الغامدي [1] و أسماء عبدالله محمد الشبنوتية [2]
[1] كلية التربية، جامعة الإمام عبدالرحمن بن فيصل، الدمام، المملكة العربية السعودية
[2] كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان

Global Trends in Practical Education Research 2019–2020: A Systematic Review

Amani Khalaf Alghamdi [1] and Asma Abdullah Muhammad Al-Shabnoutia [2]
[1] College of Education, Imam Abdul Rahman bin Faisal University, Saudi Arabia
[2] College of Education, Sultan Qaboos University, Muscat, Oman

KEYWORDS
الكلمات المفتاحية
Global trends, scientific research, the field of practical education, systematic review
التوجهات العالمية، الأبحاث العلمية، مجال التربية العملية، مراجعة منهجية

RECEIVED الاستقبال 09/08/2020
ACCEPTED القبول 29/09/2020
PUBLISHED النشر 01/03/2021

https://doi.org/10.37575/h/edu/2423

الملخص

هدفت الدراسة الحالية إلى تقديم رؤية نقدية لأهم التوجهات البحثية في بحوث مناهج وطرق تدريس العلوم، من أجل تقييم هذه التوجهات وتحديد نقاط الاتفاق والاختلاف والقوة والضعف ولتحقيق هذا الهدف تم مراجعة الإنتاج العلمي لخمسة مجلات علمية وهي (Journal of Research in Science Teaching, School Science and Mathematics, International Journal of Science and Mathematics Education, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Research in Science and Technological Education)، في الفترة من عام 2019 إلى عام 2020، وقد بلغ عدد الدراسات العلمية المتخصصة في مناهج وطرق تدريس العلوم (126) دراسة، وتم تحليل توجهات تلك الدراسات تحليلا كميا، وتبين من خلال التحليل أن أهم خمس توجهات سائدة من حيث التكرار على الترتيب هي التوجهات البحثية في : تعليم وتعلم المفاهيم، وتوجه STEM، و إعداد معلم العلوم، وتكنولوجيا تعليم العلوم، وطبيعة العلم، وعملت الدراسة الحالية على تحليل هذه التوجهات الخمس بطريقة نقدية، من خلال إعداد رؤية علمية للإطار الفلسفي والتنظيري لكل توجه، مع تحليل كيفي لدراسات وطيدة الصلة بكل توجه. ومن أبرز النتائج التي توصلت إليها الدراسة : بالنسبة للتوجه الأول شملت التوجهات العالمية عدة محاور منها (استراتيجيات تدريس المفاهيم العلمية، وتطوير المحتوى العلمي للمفاهيم العلمية، والتكامل بين مفاهيم المعرفة العلمية، وتدريس المفاهيم العلمية لذوي الاحتياجات الخاصة، وتكنولوجيا تعلم المفاهيم العلمية)، أما التوجه الثاني فقد ركزت توجهاته المعاصرة على (تطوير نظام STEM، وتطوير البنيه المعرفية للطلاب الملتحقين بنظام STEM، وخريجو نظام STEM)، أما التوجه الثالث فقد تناولت توجهاته المعاصرة (برامج إعداد وتأهيل معلم العلوم، والتطوير المهني لمعلم العلوم، والعوامل المؤثرة على الكفاءة التدريسية لمعلم العلوم)، أما التوجه الرابع فقد جاءت توجهاته العالمية في (تقنية الواقع الافتراضي، وتقنية الانفوجرافيك، وتقنية الواقع المعزز، ومعوقات تطبيق التقنية في تعليم العلوم)، في حين تمثلت التوجهات العالمية في المحور الخامس (فهم معلم العلوم لطبيعة العلم، وفهم الطلاب لطبيعة العلم، و تطوير مناهج العلوم لتحسين فهم الطلاب لطبيعة العلم وبنيته) ، وعقب ذلك تم عمل تحليل كيفي للتوجهات المنهجية لهذه الدراسات وتم رصد هذه التوجهات في ثلاث محاور رئيسة وهي دراسات تناولت: المنهج الكمي، و المنهج الكيفي، و دراسات قامت على المنهج المختلط، وانتهت الدراسة بتقديم مجموعة من التوصيات المقترحة لتطوير توجهات الأبحاث في مجال التربية العملية.

ABSTRACT

Five scientific journals were systematically reviewed to determine the most important study directions in curriculum research and science teaching methods published between 2019–2020. These included the *Journal of Research in Science Teaching*, *School Science and Mathematics*, *International Journal of Science and Mathematics Education*, *Eurasia Journal of Mathematics*, *Science and Technology Education*, and *Research in Science and Technological Education*. An analysis of N=126 papers revealed five trends: (a) teaching and learning concepts, (b) Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM), (c) preparing science teachers, (d) science education technology, and (e) the nature of science (NOS). These five trends were then critically examined to discern respective philosophical and theoretical frameworks. For example, the third trend contained studies related to programs for preparing and qualifying science teachers, science teachers' professional development, and factors affecting science teachers' efficiency. The fifth trend contained several points, including both the science teachers and students' understanding of the NOS, and the development of a science curriculum to improve students' understanding of the nature and structure of science. Further analysis revealed that the 126 papers were conducted using, in descending chronological order, quantitative, qualitative, and mixed method approaches. Recommendations were presented for developing research directions for the curriculum and methodology of teaching the field of science.

1. مقدمة

لم يعد غريبا أن يقاس تقدم الأمم ومستواها الحضاري بقدر ما تحرزه من تجويد واضح في تعلم العلوم على وجه الدقة، وتبدلت الغايات الرئيسة لتعلم العلوم من مجرد احتفاظ المتعلم بالقدر الكبير من المعرفة إلى كيفية التمكن من القدرة على الاستقصاء في اكتساب المعرفة العلمية، ومن ثم القدرة على توظيفها واستثمارها بصورة تقنية في كافة مناشط الحياة (Best & Dunlap, 2017). وفي ذات الصدد تشير التوجهات التربوية المعاصرة لتعلم العلوم نحو التركيز على إعداد الأفراد للتعامل مع المهارات الحياتية وفقًا لمتطلبات تجمع بين العلم والتقنية بصورة محلية وعالمية (Wilcox, *et. al.*, 2015 ؛ Donovan, *et al.*, 2014).

ويُجمع المراقبون لتطورات العصر الحالي على تسارع النمو المعرفي والتكنولوجي بشكل مذهل؛ مما فرض على صانعي القرار التربوي مسؤوليةَ مواكبةِ التطورات والتغيرات المتسارعة بإيجابية، وترسيخ مفهوم الثقافة العلمية بأبعادها المختلفة، فشهدت الساحة التربوية سلسلة متتالية من برامج ومشاريع إصلاح تعليم وتعلم العلوم، وتعدَّدت برامج التطوير خلال العقود الماضية، وشهدت التجارب الدولية في عملية إصلاح التعليم العديد من التوجهات الحديثة لتعليم وتعلم العلوم في عدة مجالات مختلفة، ومنها حركة دمج العلوم والهندسة والتقنية والرياضيات STEM، وتوجه معايير الجيل الجديد للعلوم NGSS (حسانين، 2016).

وفي ظل التطورات المعرفية والتكنولوجية والاقتصادية الهائلة، كان لزامًا أن تتطور الأبحاث العلمية في مجال التربية العملية بما يتوافق مع الطموحات التي تنشدها المجتمعات من تدريس العلوم على وجه الخصوص في إعداد جيل متمكن من التفكير العلمي المتعمق، وقادر على تطوير تطبيقات العلم في كافة الظواهر الحياتية باستخدام الأدوات التقنية المناسبة؛ ونظراً للتوسع الكبير في مجال أبحاث المناهج وطرق التدريس، فإن هذا المجال يتطلب رؤية علمية محددة لرصد التوجهات البحثية، ووضع إطار علمي لهذه التوجهات في ظل قلة العمل البحثي على رصدها وتحديثها بصورة مستمرة، وهو أمر بالغ الأهمية كمنطلق للتوجهات البحثية وتطويرها، والربط بين المكونات المختلفة لمجال أبحاث التربية العملية.

ويُعد العمل على تحديد التوجهات المعاصرة في مجال التربية العملية أمرًا مهمًا لعدة اعتبارات منها: إثراء توجهات الباحثين في مجال التربية العملية بحسب طبيعة التوجهات المعاصرة، ودعم النشاطات البحثية للأقسام العلمية الأكاديمية في إعداد الخطط البحثية العلمية في مجال التربية العملية، وتقييم واقع النشاط البحثي الفعلي في مجال التربية العملية مقارنة بالتوجهات المعاصرة، وتوجيه المسؤولين عن تطوير التربية العملية حول آلية عمل البحث العلمي النوعي، لتطوير كافة مكونات المنظومة الخاصة بتعليم العلوم، وطرح إطار فكري شامل للتغيرات المتسارعة في

Corresponding Author: Amani Khalaf Alghamdi Asma.shabanoti@moe.om ,+966553332700 المؤلف المراسل: أماني خلف الغامدي

مجال التربية العملية كمنطلق يمكن العمل على تطويره وتحديثه لإثراء بحوث هذا المجال بصورة مستمرة.

2. مشكلة البحث

إذا كانت التوجهات العملية الحديثة لأبحاث التربية العملية تعمل على متابعة التطور النوعي المتسارع في المعرفة وتطبيقاتها التقنية، فإنه يبدو من غير الواضح وجود إطار علمي يعمل على تقييم هذه التوجهات بطريقة نقدية محددة، وهو أمر في غاية الأهمية، بحيث يمثل هذا الإطار مرجعية علمية يمكن أن يستفيد منها الباحثون والمهتمون في مجال التربية العملية، منعًا لتكرار الأبحاث بلا مبرر، وإبراز المواضيع البحثية المهمة التي لم تتطرق إليها التوجهات المعاصرة، فضلاً عن طرح كيفية التكامل وإيجاد البحوث المشتركة بين التوجهات العالمية، فالعلم بطبيعته متكامل، وعلى هذا تعمل الدراسة الحالية على تقديم رؤية علمية نقدية لأهم التوجهات العالمية في بحوث التربية العملية من جانبين؛ الجانب الأول يتناول رؤية نقدية لتوجهات البحوث في مجال تدريس العلوم في عدة مجلات عالمية متخصصة في التربية العلمية في العشر سنوات الماضية، والجانب الثاني يتناول رؤية نقدية خاصة بالتوجهات العالمية فيما يتعلق بمنهجيات البحث وأدواته المستخدمة في بحوث التربية العلمية، وعلى هذا يتحدد السؤال الرئيس في الدراسة الحالية في: ما الرؤية النقدية للتوجهات العالمية للأبحاث العملية في مجال المناهج و طرق تدريس العلوم؟ ويتفرع من هذا السؤال الرئيس الأسئلة الفرعية التالية:

- ما أبرز التوجهات البحثية في مجال التربية العملية؟
- ما الرؤية النقدية لأبرز التوجهات البحثية العالمية لمجال التربية العملية؟
- ما الرؤية النقدية للمنهجية العلمية المستخدمة في التوجهات البحثية العالمية لمجال التربية العملية؟
- ما التصورات المقترحة للاستفادة من التوجهات العالمية في مجال التربية العملية ومنهجيات البحث المطبقة فيها؟

3. أهداف البحث

ويمكن صياغتها في التالي:

- تحديد التوجهات العالمية لأبحاث التربية العلمية للفترة 2019-2020 في ضوء أهدافها والمتغيرات البحثية ونتائجها.
- تحديد التوجهات العالمية لأبحاث التربية العلمية للفترة 2019-2020 في ضوء المنهج البحثي.

4. منهج الدراسة

اعتمدت الدراسة الحالية على المنهج الوصفي التحليلي في تحديد أبرز التوجهات العالمية في مجال التربية العملية، وذلك بالرجوع للمجلات العلمية الدولية المعتبرة في التربية العلمية، وبناء الرؤية النقدية لأبرز التوجهات البحثية العالمية لمجال التربية العملية، وكذلك في تحديد طبيعة الرؤية النقدية لأبرز التوجهات البحثية العالمية لمجال التربية العملية، سواء في إطارها الفلسفي أو في إطارها العملي التطبيقي، كما تم استخدام المنهج الوصفي التحليلي في بناء الرؤية النقدية للمنهجية العلمية المستخدمة في التوجهات البحثية العالمية لمجال التربية العملية، وكذلك في اقتراح التصورات المناسبة للاستفادة من الرؤية النقدية لأبرز التوجهات البحثية العالمية في مجال التربية العملية ومنهجيات البحث المطبقة فيها.

5. أهمية الدراسة

- الباحثون: إفادة الباحثين في مجال التربية العملية بالتحديد للإطار العلمي للتوجهات العلمية العالمية للأبحاث، وبما يخدم خططهم المستقبلية للبحث العلمي دون تكرار، والعمل على دراسة الثغرات التي لم تلق اهتماما بحثيًا بعد.
- الأقسام الأكاديمية: إفادة الأقسام الأكاديمة في بناء خططها البحثية والعلمية المستقبلية، مع الأخذ في الاعتبارات طبيعة التوجهات العالمية في مجال التربية العملية.
- الإعداد المهني لمعلم العلوم: إفادة المسؤولين والأكاديميات المعنيين ببرامج الإعداد المهني لمعلم العلوم في بناء خططهم التدريبية الحالية أو المستقبلية، مع الأخذ في الاعتبارات طبيعة التوجهات العالمية في الإعداد المهني والتدريب لمعلم العلوم في مجال التربية العملية.

مطورو مناهج العلوم: إفادة القائمين على تطوير مناهج العلوم وموادها التعليمية في التخطيط للمناهج المطورة من حيث المحتوى والأنشطة والتقويم، مع الأخذ في الاعتبارات طبيعة التوجهات العالمية في تطوير مناهج العلوم بحسب التوجهات البحثية العالمية وطيدة الصلة.

6. حدود الدراسة

- الحدود الموضوعية (الأكاديمية): تمثلت الحدود الموضوعية الأكاديمية لرصد التوجهات العالمية للأبحاث العلمية في مجال التربية العملية على ستة أوعية للنشر الدولي، وهي: Journal of Research in Science Teaching, School Science and Mathematics, International Journal of Science and Mathematics Education, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Research in Science and Technological Education . وقد تم اختيار هذه المجلات لأنها ذات سمعة مرموقة في مجال الأبحاث الخاصة بالتربية العملية باللغة الإنجليزية، ولديها معاملات تأثير عالية. كما تعمل الدراسة الحالية على التحليل النقدي لأهم خمسة توجهات يظهرها مضمون الدراسات في هذه المجلات العالمية، وتتحدد تلك الأهمية من خلال التوجهات التي تحصل على أوزان نسبية أكبر لانتشارها في المجلات الدولية موضع الاهتمام في الدراسة الحالية.
- الحدود الزمنية: بلغت الفترة الزمنية لرصد التوجهات العالمية لأبحاث مجال التربية العملية في أوعية النشر الدولية المشار إليها في فترة النشر من عام (2019م) حتى عام (2020م).

7. مصطلحات الدراسة

يُقصد بالتوجهات البحثية العالمية في مجال التربية العملية في الدراسة الحالية وبشكل إجرائي: "التوجهات البحثية الخاصة بالتربية العملية ذات الانتشار الأكبر في النشر الدولي في الفترة من عام 2019م حتى عام 2020م بالمجلات العلمية التربوية المتخصصة المرموقة ذات معاملات التأثير المرتفعة".

8. نتائج الدراسة

8.1. النتائج الخاصة بالسؤال الأول:

حيث ينص السؤال الأول على (ما أبرز التوجهات البحثية في مجال التربية العملية ؟)، وللإجابة عن هذا السؤال، قامت الباحثتان بالفحص لعدد (126) بحثًا منشورًا في مجلات التربية العلمية موضع التحليل في الدراسة الحالية وهي (Journal of Research in Science Teaching, School Science and Mathematics, International Journal of Science and Mathematics Education, Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Research in Science and Technological Education)، ويمثل الجدول (1) بيان بطبيعة توزيع هذه الدراسات على أهم المجالات العلمية موضع التحليل.

جدول (1): توزيع التكرارت لتوجهات النشر الدولي في أبحاث التربية العملية (2019م-2020م)

مجال الموضوع	العدد	مجال الموضوع	العدد
تعليم المفاهيم وتعلمها	20	الالعاب التعليمية	2
STEM	15	قلق الطلبة	2
إعداد المعلم	10	الممارسات القائمة على الادلة	1
تكنولوجيا التعليم	9	معايير الجيل التالي NGSS	1
طبيعة العلم	7	فهم ما وراء المعرفة ومراقبة إجراءات الفهم	2
التقييم	6	الجدل العلمي	1
العمل المخبري	5	التعلم الذاتي	1
المساواة/ العدالة في التدريس	5	التفكيرالرياضي / الرقمي/ التصميمي	1-1-1
النماذج	4	TIMSS	1
القضايا الاجتماعية العلمية	5	قيم المواطنة في العلوم	1
الكفاءة الذاتية	4	الرسوم البيانية	1
مناهج العلوم	3	وجهات النظر العاطفية حول العلوم والاهتمام بالعلوم	2
القراءة والكتابة العلمية	3	التغذية الراجعة	1
التعلم غير الرسمي	2	معتقدات المعلمين والإجهاد الوظيفي	2
الواجبات/ المهام	2	عمليات التعلم	1
الصورة النمطية للعلماء	2	تفاعلات المعلمين والطلبة في الفصول الدراسية	2
مجموع الدراسات = (126) دراسة			

جدول (2): توزيع التكرارت لتوجهات النشر الدولي في أبحاث المناهج وطرق تدريس العلوم (2019م-2020م)

الموضوع الرئيس	المجالات الفرعية	العدد
إعداد المعلم	إعداد المعلم- الكفاءة الذاتية- معتقدات المعلمين والإجهاد الوظيفي	16
العلم والتعلم	طبيعة العلم- الصورة النمطية للعلماء- معايير الجيل التالي NGSS - فهم ما وراء المعرفة ومراقبة إجراءات الفهم- التعلم الذاتي- التفكيرالرياضي / الرقمي/ التصميمي- وجهات النظر العاطفية حول العلوم والاهتمام بالعلوم- عمليات التعلم- قلق الطلبة	21
طرق التدريس	تعليم المفاهيم وتعلمها - STEM- تكنولوجيا التعليم- العمل المخبري- المساواة- النماذج- التعلم غير الرسمي - الألعاب التعليمية- الممارسات القائمة على الأدلة- الجدل العلمي- قيم المواطنة في العلوم- الرسوم البيانية- تفاعلات المعلمين والطلبة في الفصول الدراسية.	68
مناهج العلوم	مناهج العلوم- القضايا الاجتماعية العلمية- القراءة والكتابة العلمية.	11
التقييم	التقييم- الواجبات/ المهام- TIMSS -التغذية الراجعة.	10
مجموع الدراسات = (126) دراسة		

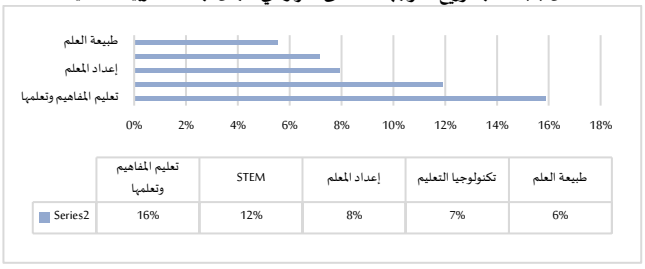
من خلال الجدولين (1) و(2) يتبين أن أكثر خمسة مجالات تم التركيز عليها في المجلات الدولية للتربية العلمية مرتبة في الجدول (3)

جدول (3): مجالات تم التركيز عليها في المجلات الدولية للتربية العلمية على الترتيب

المجال	عدد الدراسات
تعليم المفاهيم وتعلمها	(20)
التدريس وفق منحى ستيم STEM	(15)
التنمية المهنية لمعلم العلوم	(10)
تقنية تعليم العلوم	(9)
طبيعة العلم	(7)

وتبلغ مجموع الدراسات في هذه التوجهات الخمسة (63) دراسة ما يمثل نسبة (50%) من جملة الدراسات موضع التحليل، وهي نسبة تعكس القيمة التربوية المهمة لأوزان هذه التوجهات، وأنها تمثل بؤرة التركيز المحوري للتوجهات العالمية لأبحاث التربية العملية، كما هو موضح بالشكل التالي:

شكل (1): نسب توزيع التوجهات الأعلى تكرارا في مجال أبحاث التربية العملية



8.2. النتائج الخاصة بالسؤال الثاني:

حيث ينص السؤال الثاني على (ما أبرز التوجهات البحثية في مجال التربية العملية؟)، وللإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثتان بعمل مراجعة منهجية لكل توجه من هذه التوجهات، وشمل ذلك العمل على طرح الإطار الفلسفي أو التنظيري لكل توجه، مع تقديم رؤية تحليلية للدراسات وطيدة الصلة بصورة كمية وكيفية لكل توجه من هذه التوجهات الخمسة، ويلخص الشكل التالي الإطارات العامة للرؤية النقدية لتوجهات الأبحاث في مجال التربية العملية.

شكل (2): مخطط لطبيعة الدراسة النقدية لتوجهات الأبحاث العالمية في مجال التربية العملية

8.2.1. التوجهات البحثية في تعليم وتعلم المفاهيم:

8.2.1.1. رؤية تنظيرية للتوجهات البحثية في تعليم وتعلم المفاهيم العلمية:

تُعد المفاهيم هي الأساس الذي ترتكز عليه المعرفة، وتعد عاملاً مهمًّا في تطورها، فهي اللغة التي يستخدمها المتخصصون في أي فرع من فروع المعرفة، وتعمل على اختزال قدر كبير من المعرفة في مفردة واحدة، كما أنها اللبنة الأساسية التي يبنى عليها المحتوى، فالمناهج تبنى على المفاهيم الكبيرة لأي فرع من فروع المعرفة، إذ يوفر ذلك العبء على الذاكرة لدى تعلم أي موضوع من مواضيع المعرفة (صوالحة وداود، 2018). ويعتبر المفهوم أساس التفاهم والتعلم؛ لذلك وجب علينا أن نزيد من الاهتمام به ونعلم طلابنا على أساسه، كما أن المفاهيم تساعد المتعلم على تذكر ما يتعلمه، وبالتالي نقلل من الحاجة لإعادة التعلم نتيجة النسيان، وهذا يوفر علينا وعلى أبنائنا الكثير، كما يسهم المفهوم عموماً في تسهيل انتقال أثر التعلم للمواقف التعليمية الأخرى العالمية (السحار، 2015).

وقد تعددت الاتجاهات التي تناولت دراسة المفاهيم وتعريفها، فمن هذه الاتجاهات اتجاه تناول المفهوم باعتباره تصورًا عقليًّا مجرد، إذ عرفه كلٌّ من (السحار، 2015؛ شعبان، 2014؛ مصطفى، 2014) بأنه تصور عقلي مجرد في شكل رمز أو كلمة أو جملة، ويستخدم للدلالة على شيء أو موضوع أو ظاهرة معينة، يمكنه من فهمها، والقدرة على تفسيرها وتوظيفها في مواقف جديدة، ويتكون المفهوم من جزئين: الاسم أو الرمز ودلالته اللفظية. وهناك اتجاه تناول المفهوم باعتباره شقين رئيسيين من حيث كونه ناتجًا ومن حيث كونه عمليةً، حيث عرف الخليلي وآخرون (1996) المفهوم من حيث كونه عمليةً بأنه "عملية عقلية يتم عن طريقها تجريد مجموعة من الصفات أو الملاحظات أو الحقائق المشتركة لشيء أو حدث أو عملية أو لمجموعة من الأشياء أو الأحداث أو العمليات"، أما من حيث كون المفهوم ناتجًا فيعرفه كلٌّ من الخليلي وآخرون (1996) ومصطفى (2014) بأنه "الاسم أو المصطلح أو الرمز الذي يعطي لمجموعة الصفات أو الخصائص المشتركة".

تشير دراسة كلٍّ من السحار (2015) وشعبان (2014) إلى أهمية تعليم وتعلم المفاهيم العلمية، وترجع تلك الأهمية إلى عدة عوامل منها:

- التعلم ذو معنى: المفاهيم المتعلقة بمادة العلوم تشبه خرائط الطرق للعالم الطبيعي الذي يعيش فيه التلميذ، فهي بمثابة عملة نقدية ثابتة القيمة للعمليات الذهنية، وتبقى بالنسبة للتلميذ وثيقة الصلة بالحياة التي يحياها؛ وبالتالي تسهم في تعلم التلاميذ بصورة سليمة.
- التعامل مع مشكلات البيئة: تساعد المفاهيمُ التلاميذَ على التعامل بفاعلية أيضاً مع المشكلات الطبيعية والاجتماعية للبيئة؛ وذلك عن طريق تخفيفها للأجزاء التي يمكن التحكم بها.
- التقليل من إعادة التعلم: تساعد المفاهيمُ التلاميذَ على تسهيل وتنظيم عدد لا يحصى من الملاحظات أو المدركات الحسية، فما إن يتعلم التلميذ المفهومَ حتى يستطيع تطبيقه مرات ومرات في عدد كبير من المواقف التعليمية المتشابهة (التعميم) دون الحاجة إلى تعلمه من جديد.
- تنظيم الخبرة العقلية: تسهم المفاهيم في مساعدة التلاميذ على البحث عن المعلومات، حيث يمر التلاميذ بالخبرات العديدة في حياتهم اليومية، وقد تكون هذه الخبرات مباشرة أو غير مباشرة عن طريق استخدام الوسائل التعليمية، والكتب المختلفة، والمحادثة وأسلوب المناقشة؛ وبذلك تمثل الوسيلة التي يمكن بها تنظيم هذه الخبرات العديدة في تشكيلها حول مفاهيم محددة.
- الاستقصاء: تعتبر المفاهيم من الأدوات المهمة في طريقة التدريس بالاستقصاء؛ لأنها تؤدي إلى طرح الأسئلة ذات العلاقة بتجربة ما أو بمعلومات ما من أجل جعلها ذات معنى، كما تعمل أيضاً على تنظيم المعلومات المتباينة وتصنيفها تحت أنماط معينة لتوضيح العلاقات المتبادلة وجعلها ذات معنى، ولا تمثل المفاهيم في هذه الحالة المعرفة فقط، بل تنتجها أيضاً.

8.2.1.2. رؤية نقدية تحليلية للتوجهات البحثية في مجال تعليم وتعلم المفاهيم العلمية:

تعددت التوجهات البحثية التي تناولت دراسة تعليم وتعلم المفاهيم العلمية، وقد تبنت كل دراسة اتجاهًا معينًا، ولهذا سيتم إيضاح أهم تلك الاتجاهات و الدراسات التي تناولتها:

- التوجه الأول (دراسات ركزت على إستراتيجيات تدريس المفاهيم العلمية):

ظهرت في الآونة الأخيرة إستراتيجيات تدريس متعددة للمفاهيم العلمية اهتمت بها بحوث التربية العلمية بغرض التوافق مع متطلبات العصر الحالي، فتناولت دراسة بريمو وآخرين (Premo *et al.*, 2019) أنماطًا مختلفة من الاستدلالات منها: السلوكية والحدسية، وأشارت نتائجها إلى فعالية الاستدلال الحدسي في تعلم المفاهيم. أما دراسة أكيوما وكالاهان (Akuma & Callaghan, 2019) فقد استخدمت مجموعة من الإستراتيجيات القائمة على الاستقصاء في تعليم وتعلم العلوم، وأشارت نتائجها إلى أهمية دمج الإستراتيجيات القائمة على الاستقصاء من أجل الوصول إلى نتائج أفضل. وتناولت دراسة زوهار وليفي (Zohar & Levy., 2019) نماذج عقلية مختلفة عند تعلم المفاهيم، وأشارت نتائجها إلى أن النموذج الديناميم هو أفضل نموذج لتعلم المفاهيم العلمية، وأشارت أيضاً إلى ضرورة الاهتمام بما يسمى ثغرة التنافر التي تجمع بين ما يحبه الطلاب في التعلم وما ينفرون منه كمدخل لتعلم المفاهيم العلمية. واستخدمت دراسة باتشلد وآخرين (Batchuld *et al.*, 2019) إستراتيجية مبتكرة قائمة على دمج العلوم والفلسفة والتاريخ، والتي أثبت فعاليتها في تعلم المفاهيم العلمية الناتجه عن فلسفة العلوم. كما أشارت نتائج دراسة البلوشي ومارتين (Al Balushi & Martine, 2019)إلى التأثير الإيجابي لإستراتيجيات التعلم النشط في تعلم المفاهيم لدى طلاب المرحلة الثانوية. وأشارت نتائج دراسة كازولينو وآخرين (Cuzzolino *et al.*, 2019) إلى فاعلية طرق التدريس الموجهة في عملية تعلم المفاهيم العلمية. واستخدمت دراسة سامون وليفي (Samon & Levy, 2019) ما يسمى بالأنظمة المعقدة في تدريس المفاهيم العلمية، وأشارت نتائجها إلى ثلاثة أنماط من التفكير الخاص بتلك النظم (المعقد المتماسك- المتوسط- غير المعقد)، كما أشارت إلى فعالية النظام المتوسط في تقديم محتوى المفهوم العلمي. وتوصلت دراسة كلٍّ من أندريج وزملائه (Andrej *et al.*, 2019) وجورجي وزملائه (Georgia *et al.*, 2019) إلى فعالية البرامج القائمة على تعديل معتقدات الطلاب حول تعلم المفاهيم العلمية وضرورة تعديل البنية المعرفية للطلاب من أجل الوصول إلى أعلى مستويات تعلم المفاهيم العلمية، وخاصة التصورات الذهنية المرتبطة بها. واتفقت نتائج دراسة كلّ من ويكي (Wilkie, 2020) وايماس وزملائه (Eames *et al.*, 2020) وبلوتز (Plotz, 2019) ويانج وزملائه (Yang *et al.*, 2020) على ضرورة الاهتمام بتنوع الإستراتيجيات أثناء تعليم العلوم، في حين أكدت عدد من الدراسات على أهمية استخدام إستراتيجيات غير تقليدية في تدريس العلوم، ومن هذه الدراسات (Boda & Brown, 2020; Demirel, 2016; Drapeau, 2004; Dziuban *et al.*, 2018; Gao, 2020; Heyborne & Perrett, 2016; Lindfors *et al.*, 2019; Liu *et al.*, 2017; Mazur *et al.*, 2015; Ng *et al.*,2014; Shelle *et al.*, 2018; Squires , 2014; Srinivasan *et al.*, 2018).

- التوجه الثاني (دراسات ركزت على المحتوى العلمي للمفاهيم العلمية): اهتمت بحوث التربية العلمية في الآونة الأخيرة بتطوير برامج ومناهج العلوم من خلال إدخال مفاهيم علمية حديثة مثل: النانو تكنولوجيا، والبيومعلوماتية، والكيمياء الخضراء، والجنيوم البشري، والهندسة الوراثية، وعلوم الأرض والفضاء والكون. وأشارت العديد من الدراسات إلى ضرورة تتبع تطور المفاهيم العلمية وتطورها من حيث المعنى والدلالة الذهنية، منها (Alymai, 2020; Arthurs, 2019; Anastas & Beach, 2009; Bächtold & Munier, 2020; Ban & Kocijancic, 2011; Barcena *et al.*, 2020; Block, 2019; Burns *et al.*, 2019; Cunningham *et al.* ,2020; Crockett, 2011; Duarte *et al.*, 2017; Flores *et al.*, 2020; Fortus *et al.*, 2019; Helenthal ,2010; Hingant & Albe, 2010; Lim *et al.*, 2020; Fulmer *et al.*, 2018; Delgado & Zakaryan, 2020; Kennedy, 2016; Manahanm, 2006; Marteel, 2014; Nehring, 2019; Short *et al.*, 2019; Timmer *et al.*, 2018; Skonchal, 2011; Esichaikul *et al.*, 2011; Trybula *et al.*,2009; Elias *et al.*, 2020) وسمر وزملائه (Summer *et al.*, 2019) ضرورة إدخال المفاهيم العالمية في العلوم وتدريب المعلمين عليها.
- التوجه الثالث (دراسات ركزت على التكامل بين مفاهيم المعرفة): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتطوير تعلم المفاهيم العلمية بمناهج العلوم من خلال الربط بين تلك المفاهيم ومفاهيم الرياضيات والتقنية، وتقديمها بطريقة جذابة من أجل الوصول إلى مستوى أعمق في فهم المفاهيم والمجردات العلمية؛ نظراً لترابط مفاهيم العلوم مع الرياضيات والتقنية كدراسة (Chesnutt *et al.*, 2019; Glassmeyer *et al.*, 2020; Takeuchi & Shinno,2020; Wheeler *et al.* 2019)، في حين وظفت دراسة باتشلد وزملائه (Batchuld *et al.*, 2019) برنامج Hps القائم على دمج العلوم والتاريخ والفلسفة لتعزيز قدرة الطلاب على تعلم المفاهيم العلمية.
- التوجه الرابع (دراسات ركزت على تدريس المفاهيم العلمية لذوي الاحتياجات الخاصة): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتدريس العلوم للتلاميذ ذوي الاحتياجات الخاصة، فتناولت دراسة (Apanasionok *et al.*, 2019) مراجعة شاملة للأدبيات لتحديد الممارسة الحالية في تدريس العلوم للطلاب ذوي الإعاقة الذهنية واضطراب طيف التوحد، وتوصلت نتائجها إلى أن غالبية الدراسات استهدفت المفردات والمفاهيم العلمية، وشملت الأهداف الأخرى على مهارات الاستفسار ومهارات الفهم، أما عن التدخلات التدريسية فقد استخدمت غالبية التدخلات مكونات التعليم المنهجي. وركزت دراسات أخرى على التعلم الموجه ذاتياً والتعلم القائم على الفهم، وتشير النتائج أيضاً إلى أن مكونات التدريس المنهجي على وجه الخصوص قد تكون فعالة في تدريس المفاهيم العلمية لذوي الإعاقة الذهنية واضطراب طيف التوحد. أما دراسة (Jonte'c *et al.*, 2019) فتناولت مراجعة شاملة للأدبيات من عام 2000 حتى عام 2018 لتحديد خصائص البحث المتعلقة بالإنجاز العلمي للطلاب الذين يعانون من اضطراب طيف التوحد، وأشارت نتائج الدراسة إلى أن فهم المفاهيم والظواهر العلمية مهم لمجتمع عالمي معقد بشكل متزايد بالنسبة للطلاب ذوي الإعاقات، ولا تزال هناك تفاوتات كبيرة في الإنجاز العلمي بالمقارنة مع أقرانهم من غير ذوي الإعاقة. في حين هدفت دراسة (El Mawas *et al.*, 2019) إلى اقتراح محاولة لإيجاد حلول للتحديات التي تواجه تدريس المفاهيم العلمية لذوي الاحتياجات الخاصة، وتوصلت نتائج الدراسة إلى أن تقنيات التقنية تعزز حياة الأطفال ذوي الاحتياجات الخاصة، وتعطي بعد ذلك خيارات للتدخل في مشاكلهم التعليمية والمعرفية المختلفة، ومن التقنيات التكنولوجية الأكثر فاعلية في تعلم المفاهيم العلمية لذوي الاحتياجات الخاصة: الألعاب ثلاثية الأبعاد القائمة على الكمبيوتر، والواقع المعزز، والواقع الافتراضي المحسن للتعلم لاستخدامها في قاعة الدراسة، كما أن نهج التعلم التفاعلي القائم على الألعاب هو أكثر ملاءمة للأطفال ذوي الإعاقة من طريقة المكتبة الرقمية القائمة على الاستكشاف التفاعلي.
- التوجه الخامس (دراسات ركزت على تدريس المفاهيم العلمية بمساعدة التقنية): اهتمت بحوث التربية العلمية في الآونة الأخيرة بتدريس المفاهيم العلمية بمساعدة تقنيات التعليم، وأحد التوجهات الحديثة في تقنيات التعليم استخدام الانفوجرافيك، فقد أشارت نتائج دراسة كلّ من (Fiedler *et al.*, 2019; Matuk *et al.*, 2019; Gresch & Martens, 2019; Yin *et al.*, 2019; Stanford, 2005; Taljaard, 2016; Maeng, 2017; Matar, 2014) إلى فاعلية رسوم الانفوجرافيك بأنواعه المختلفة في تعلم المفاهيم العلمية وخاصة المفاهيم المشتركة بين الرياضيات والعلوم وذات البنية الذهنية المعقدة، في حين اتجهت بعض بحوث التربية العلمية إلى تقنيات الواقع الافتراضي، ومن هذه الدراسات دراسة كلّ من (Curry *et al.*, 2020; Gillespie & Rouse, 2019; Höft *et al.*, 2019; Leuchter & Naber, 2019; Maja *et al.*, 2019)، التي توصلت نتائجها إلى أهمية المحاكاة العملية والتجارب المعملية في تعلم المفاهيم العلمية من خلال التطبيق العملي للمفاهيم؛ مما يؤدي إلى سهولة تعلمها.

من العرض السابق يتضح أنه بالرغم من تعدد التوجهات البحثية التي تناولت دراسة تعليم وتعلم المفاهيم العلمية إلا أنها ركزت على تعليم المفاهيم بمعنى كيف يمكن أن يقوم المعلم بتعليم المفاهيم، وأهملوا الدراسة المعرفية لبنية المفهوم نفسه من حيث عناصره المكونة، وكيفية تشفير المعلومات وأنماط التعلم المختلفة، وبالتالي ترى الباحثتان أن هناك حاجة ماسة للتكامل بين الدراسات الخاصة بتعلم المفاهيم العلمية، وعلم النفس المعرفي، وتوجيه الانتباه نحو دراسة العلاقة بين بنية المفهوم العلمي وأنماط التعلم المختلفة للمتعلمين.

8.2.2. التوجهات البحثية في ضوء توجه STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics):

8.2.2.1. رؤية تنظيرية للتوجهات البحثية في ضوء توجه STEM:

شهد تعليم العلوم تطورًا استمد أصوله من التغير في فهم طبيعة العلم، إذ أصبحت النظرة متكاملة لمجالات المعرفة، وقد أحدثت مشكلة تخصص وتكامل مجالات المعرفة جدلًا واسعًا بين التربويين، وأدرك التربويون أن التعلم يكون أكثر فاعلية إذا ما ربطت معارف المتعلم ونظمت أفكاره بدقة في صورة متكاملة، فالخبرة المتكاملة تسمح للمتعلم أن يدرك العلاقة المتبادلة بين مجالات المعرفة العلمية المختلفة، وأصبح الاتجاه السائد هو التركيز على وحدة العلوم وتكاملها، وهو ما يعبر عنه اليوم بتعليم STEM العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات، ويرجع الاهتمام بهذا النوع من التعليم كحركة إصلاحية لتعليم العلوم لعلاج الآثار الناجمة عن الركود الاقتصادي، إذ إن وجود دارسين وفق التخصصات التي يطرحها STEMواعدادهم للمستقبل كمهندسين وعلماء، سيسهم في إنتاج الأفكار المبتكرة التي تؤدي بدورها إلى التنمية الاقتصادية، وذلك على اعتبار أن من سيبدأ الدراسة مبكرًا في هذه المجالات العلمية والتكنولوجية سيكون مهيأ بشكل أكبر للالتحاق بمهن مستقبلية علمية أفضل.

ويُعرف تعليم STEM على أنه العمل داخل سياق ظاهرة أو مشكلة معقدة على مهام تتطلب من المتعلمين أن يستخدموا المعرفة والمهارات من أنظمة متعددة (العلوم، التقنية، الرياضيات، التصميم الهندسي) (Honey, *et al.*, 2014). كما يُعرف المجلس الأمريكي للتنافس الاقتصادي STEM بأنه مدخل تدريسي معاصر قائم على التكامل بين العلوم والتقنية والهندسة

والرياضيات، من خلال توفير بيئة تعلم مرنة توظف مشكلات المجتمع ومشكلات الطلاب الحياتية، وتدفعهم لممارسة الاستقصاء في الموقف التعليمي، لابتكار حلول إبداعية، وتصميم منتجات ذات قيمة للمجتمع (Council on Competitiveness, 2005).

وبالنظر في المبررات التي أدت إلى الاهتمام بتعليم (STEM) في مناهج التعليم يمكن استنتاج أن مدخل STEM يتفق مع العديد من المعايير، ومنها المعايير القومية للتربية العلمية National Science Education Standards التي أعدتها الأكاديمية القومية للعلوم (National Academy of Science, 1996) والمعايير القومية للرياضيات National Mathematics Standards التي أعدها المجلس القومي لمعلمي الرياضيات (National Council of Teachers of Mathematics "NCTM", 2000)، ومعايير التنور التكنولوجي The Standards for Technology Literacy التي أعدتها الرابطة القومية لتعليم التقنية (International Technology Education Association, 2000)، كما قدم قسم التربية في ميرلاند (Maryland State Department of Education Office of STEM Initiatives, 2012) مؤشرات تمكن من التعرف على المفاهيم والقضايا التي يمكن معالجتها وفق مدخل التكامل بين العلوم الأربعة STEM من الصف السادس إلى الصف الثاني عشر، وهناك كثير من مناهج العلوم الحالية ما زالت تعتمد على فلسفة العلم للعلم، وتقديم الحقائق العلمية في صورة مجزأة، وتفتقر لمهارات التفكير، وفهم العلاقة المتبادلة بين العلوم والتقنية والرياضيات والهندسة في إطار مفاهيمي تكاملي. ولذلك ظهرت الحاجة لإبراز الدور الوظيفي للعلوم والتقنية في حياة الفرد والمجتمع؛ بهدف توظيفها في إيجاد حلول واتخاذ قرارات في مواجهة مواقف ومشكلات الحياة اليومية (Project MSTe, 2001).

وقد اهتمت بحوث التربية العلمية باستعراض أهمية تعليم العلوم القائم على توجه STEM ، سواء على مستوى المناهج أو ضمن برامج إعداد وتدريب معلمي العلوم ومن هذه الدراسات دراسة كل من (إسماعيل، 2017؛ سليمان، 2017؛ عبد الرؤوف،2017 ؛ عبدالقادر، 2017؛ العنزي والجبر، 2017؛ المحيسن وخجا، 2015 ؛ Beier *et al.*, 2019; Burkhard, 2019; Edy *et al.*, 2019; Isabelle, 2017; Oh *et al.*, 2013; Christensen & Knezek, 2017; Erdogan & Stuessy, 2016; Yildirim and Türk, 2018).

8.2.2.2. رؤية تحليلية نقدية للتوجهات البحثية في ضوء توجه STEM

تعددت التوجهات البحثية التي تناولت توجه STEM، وتبنت كل دراسة اتجاهًا معينًا، ويمكن إيضاح أهم تلك الاتجاهات والدراسات التي تناولتها على النحو الآتي:

- التوجه الأول (دراسات ركزت على البنية المعرفية للطلاب الملتحقين بنظام STEM): اهتمت بحوث التربية العلمية باستعراض أهمية تعليم العلوم القائم على توجه STEM من خلال دراسة البنية المعرفية للطلاب سواء قبل الالتحاق بنظام STEM أو أثناء الدراسة به، ومن تلك الدراسات دراسة كلّ من (Gibbans *et al.*, 2019 ;Vale *et al.* , 2020; Van *et al.*, 2019, Webb & LoFaro, 2020; Arsada *et al.*, 2011; Duran *et al.*, 2011; Vebrianto etal., 2016)، التي أشارت نتائجها إلى إرتفاع الكفاءة الذاتية للطلاب بعد الالتحاق بنظام STEM، وانعكاس ذلك بالإيجاب على أدائهم الأكاديمي. في حين اهتمت عدد من الدراسات بدراسة معتقدات الطلاب قبل الالتحاق بمدارس STEMمن أجل التعرف على أهم نقاط الجذب التي يمكن أن تمهد لهم الالتحاق بنظام STEM أو تكون حاجزا يمنعهم من الالتحاق به، ومن أهم تلك الدراسات دراسة كلّ من (Jeffries *et al.*, 2020; Lizhi *et al.*, Staus *et al.*, 2020; 2020 Nadia & Henritte, 2020;) التي أشارت نتائجها إلى أن هناك معتقدات إيجابية لدى الطلاب حول نظام STEM قبل الالتحاق به، ولكن يمكن أن يحدث عزوف عن الالتحاق بالنظام نظراً لتعقد بُعد الجوانب النظرية فيه من وجهة نظر بعض الطلاب.
- التوجه الثاني (دراسات ركزت على تطوير نظام STEM): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتطوير نظام STEM، ومن هذه الدراسات دراسة كلّ من (Cook *et al.*, 2020; King & Pringle, 2019; Kuen *et al.*, 2020; Rodriguez *et al.*, 2020; Steegh *et al.*,2019;) التي أشارت نتائجها إلى إمكانية تطوير نظام STEM من خلال إستراتيجيات متنوعة منها: استخدام نماذج متطورة قائمة بشكل أكبر على توظيف التقنية، وتحسين طرق التعلم من خلال التعلم الدينامي القائم على الرحلات العلمية والانخراط المباشر في الظواهر العلمية، وتطوير مهارات معلم نظام STEM لكي تتناسب مع التطور الهائل في العلم، وتطوير مهارات التلاميذ بمدارس STEM من خلال إدخال مهارات تسمى بمهارات الحفاظ على هوية العلم والتقنية؛ مما يؤثر بالإيجاب على الكفاءة العلمية والتكنولوجية لديهم. في حين أشارت دراسة (Vallera & Bodzin, 2020) إلى ضرورة التوسع في المجالات العملية وإدخال مجالات عملية جديدة في نظام STEM مثل الاهتمام بالجوانب الزرّاعية، الأمر الذي يخدم بشكل عملي الطلاب الذين يتواجدون في بيئات زراعية.
- التوجه الثالث (دراسات ركزت على خريجي نظام STEM): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بمخرجات تطبيق نظام STEM، فأشارت نتائج دراسة كلّ من (Acar ,2019; Carig *et al.* , 2019; Martin *et al.* , 2019; Raker *et al.* , 2019; Sondergeld *et al.*, 2020) إلى التأثير الإيجابي للنظام على أداء خريجيه، حيث تفوق الطلاب خريجو مدارس STEM على أقرانهم العاديين في المجالات التي تعتمد على إتقان فروع الرياضيات والهندسة والتقنية والعلوم، والتي تعتبر علوم المستقبل، وفي ضوء هذا التوجه تناولت بعض الدراسات خريجي نظام STEM من حيث احتياج سوق العمل والقبول في الكليات، ومن هذه الدراسات دراسة كلّ من (Cohen & Kelly, 2020; Peters ,2020; Redmond & Gutke,2020; Shana *et al.*, 2020) التي توصلت نتائجها إلى أن خريجين نظام STEM يواجهون عددًا من الصعوبات عند التحاقهم بالكليات؛ نظراً لطبيعة ما درسوه، كما توصلت النتائج أيضاً إلى أفضلية خريجي STEM عن خريجي المدارس العادية؛ لأن الوظائف القادمة سوف تقوم على العلوم المحوسبة، وسوف تحتاج إلى خريجي STEM.

من العرض السابق يتضح أن : التوجهات البحثية التي تناولت نظام STEM شملت معتقدات الطلاب حول النظام من حيث الرغبة في الالتحاق بالنظام ومن حيث معتقداتهم بعد الالتحاق بالنظام، وتناولت التوجهات البحثية أيضاً تطوير نظام STEM، وكان من أهم النتائج في هذا الاتجاه هو إدخال الجانب العملي الذي يفيد البيئات المختلفة، فالطالب الذي يعيش في بيئة زراعية يحتاج إلى المزيد من المعرفة العملية حول بيئته أكثر من نظام الهندسة أو الحاسبات؛ وبالتالي إدخال تطور نوعي لنظام STEM يمكن المتعلم في مختلف البيئات من الاستفادة منه، وقد تناولت التوجهات البحثية أيضاً نواتج النظام ومخرجاته، والتي تتمثل في خريج هذا النظام، وأشارت إلى ضرورة استمرارية تدريب خريجي النظام ومتابعتهم من أجل تدريبهم على كل ما هو جديد في مجال التقنية والعلوم والهندسة والرياضيات مما يعطي لهم الأفضلية على باقي التخصصات.

8.2.3. التوجهات البحثية في التنمية المهنية العلوم:

8.2.3.1. رؤية تنظيرية للتوجهات البحثية في التنمية المهنية العلوم:

تطورت برامج إعداد معلم العلوم بشكل واضح ومتمايز بداية من ثمانيات القرن الماضي، إذ شهدت التنمية المهنية للمعلم القائم على الكفايات، ومع بداية الألفية العالمية ظهرت حركة المعايير كاتجاه جديد لإصلاح التنمية المهنية للمعلم في كافة التخصصات؛ حيث قامت عدة منظمات بوضع هذه المعايير، كان من أبرزها مؤسسة National Council for Accreditation of Teacher Education التي أصبحت مسؤولة عن اعتماد برامج إعداد المعلم في الولايات المتحدة الأمريكية (NCATE, 2010). إلى جانب المجلس القومي لمعايير التدريس المهنيةNational Board for Professional Teaching Standards الذي حدد مجموعة من المعايير تتضمن المعارف والمهارات التي يتعين على المعلمين تحقيقها للحصول على ترخيص مزاولة مهنة التدريس (NBPTS , 2003)، ويُعرف المجلس القومي لمعايير التدريس المهنية NBPTSمعايير المعلم Teacher Standards بأنها قدرة المعلم على الاهتمام بطلابه، وتعليمهم، والإلمام بمحتوى المادة العلمية التي يدرسها، وكيفية تدريسها، وكيف يكون مسؤولاً عن مراقبة تعلم طلابه، ويفكر باستمرار في أدائه، ويتعلم من خبراته، ويعمل كعضو في المجتمع المدرسي، وفي ضوء ذلك قامت الرابطة القومية لمعلمي العلوم بالولايات المتحدة الأمريكية National Science Teacher Association بوضع معايير إعداد معلم العلوم Standards of Teacher Preparation (NSTA, 2011) والتي تتضمن المعارف والقدرات والمهارات التي يجب أن يمتلكها معلم العلوم، والتي تعد مؤشرات تقييم ثابتة لأداء معلم العلوم، ومدخلا مهمًّا في برنامج إعداد معلم العلوم ونموه المهني. وتتضمن هذه المعايير ما يلي:

- المحتوى Content: ويعني قدرة معلم العلوم على فهم المعارف والممارسات العلمية، وربط وتفسير المفاهيم والأفكار والتطبيقات في الحياة اليومية.
- طبيعة العلم Nature of Science: ويعني قدرة معلم العلوم على التمكن من تدريس تاريخ وفلسفة العلم وعملياته، ومساعدة الطلاب على التمييز بين ما هو علم وما ليس بعلم، وفهم العلم كمسعى إنساني عالمي.
- الاستقصاء Inquiry: ويعني قدرة معلم العلوم على مساعدة طلابه في دراسة العلم من خلال مهارات الاستقصاء العلمي.

- القضايا Issues: ويعني قدرة معلم العلوم على مساعدة طلابه في اتخاذ القرارات في القضايا العلمية والتكنولوجية المجتمعية.
- مهارات التدريس Skills of Teaching: ويعني قدرة معلم العلوم على امتلاك مهارات تدريس العلوم، واستخدام إستراتيجيات تدريس متنوعة.
- المنهج Curriculum: ويعني قدرة معلم العلوم على التخطيط لتنفيذ منهج علوم فعال يتسق مع أهداف المعايير القومية للتربية العلمية.
- العلم في المجتمع Science in Community: ويعني قدرة معلم العلوم على ربط مجال العلوم بالمجتمعات المحلية والإقليمية، واستخدام مصادر المجتمع الفردية والمؤسسية في عملية التدريس.
- التقييم Assessment: ويعني قدرة معلم العلوم على تصميم أساليب وأدوات تقييم فعالة، لتحديد مدى إنجاز الطلاب بما في ذلك الجوانب الشخصية والعقلية والاجتماعية.
- الأمان والرفاهية Safety and Welfare: ويعني قدرة معلم العلوم على تهيئة وتجهيز بيئات تعلم آمنة تدعم نجاح الطلاب.
- النمو المهني Professional Growth: ويعني قدرة معلم العلوم على تطوير ذاته مهنيًا بشكل مستمر؛ وذلك لتلبية حاجات المتعلمين والمدرسة والمجتمع والمهنة.

وقد اهتمت بحوث التربية العلمية بإعداد معلمي العلوم وتقويم مستوى أدائهم في ضوء المعايير على اختلاف نوعيتها ما بين معايير جودة الأداء والمعايير القومية والعالمية، ومن هذه الدراسات دراسة كلٍّ من (الأحمد، 2013؛ صميلي، 2017؛ عيسى ومحسن، 2010؛ Donnelly & Sadler, 2009; Hagevik, *et al.*, 2010; Veal & Allan, 2012; Luft *et al.*, 2015).

8.2.3.1. رؤية تحليلية نقدية للتوجهات البحثية في إعداد معلم العلوم:

تعددت التوجهات البحثية التي تناولت إعداد معلم العلوم، وتبنت كل دراسة اتجاهًا معينًا، ويمكن إيضاح أهم تلك التوجهات والدراسات التي تناولتها على النحو الآتي:

- التوجه الأول (دراسات ركزت على برامج إعداد وتأهيل معلم العلوم): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بجودة برامج إعداد وتأهيل معلم العلوم قبل الخدمة، ومن هذه الدراسات دراسة كلٍّ من (Lotter *et al.*,2020; Maria & Malena, 2019; Whelan *et al.*,2020)، التي أشارت نتائجها إلى أن كفاءة المعلمين تعتمد على البرامج التي تعد لهم قبل انخراطهم في مهنة التعليم، وأهمية امتلاك المعلم عدة مهارات في مرحلة إعداده وتتمثل في: اكتساب قاعدة معرفية قوية للعلوم، والاستقصاء العلمي، وربط العلوم بالمجتمع، والإستراتيجيات الفعالة في تدريس العلوم.
- التوجه الثاني: دراسات ركزت على التطوير المهني لمعلم العلوم): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بالتطوير المهني لمعلم العلوم أثناء الخدمة، فركزت بعض الدراسات على عامل الخبرة وتأثيره على تطوير الأداء التدريسي للمعلم، ومن هذه الدراسات دراسة كلٍّ من (Nixin Wendell *et al.* 2019; Darfman & Fantus, 2019; *et al.*, 2019;)، التي أشارت نتائجها إلى أن عامل الخبرة يؤثر بشكل كبير في أداء المعلمين في الصفوف الدراسية، وضرورة انتقال المعلم بين الصفوف الدراسية المختلفة وعدم التثبيت على صف دراسي معين حتى يكتسب خبرات تدريسية متنوعة، في حين تناولت بعض الدراسات تطوير أداء المعلمين من خلال برامج نظامية كدراسة كلّ من (Lane *et al.*, 2019; Marco *et al.*, 2020; Sorge *et al.*, 2019 ,2019; Hawley & Sinatra, 2019) التي أشارت نتائجها إلى ضرورة توفير برامج تساعد على تطوير أداء المعلمين أثناء الخدمة، من خلال برامج الدراسات العليا الخاصة بإعداد المعلمين أو الدورات التدريبية، وتعمل تلك البرامج على إكسابهم مهارات استخدام التقنية في تعليم العلوم، وتمكنهم من التعرف الجيد على سياسات التعليم المناسبة ومهارات التفاعل الجيد مع البيئة التربوية، إذ إن التفاعل الجيد مع البيئة التربوية ينعكس بشكل إيجابي على أداء الطلاب، أما دراسة (Fu & Clarke., 2019) فقد أشارت إلى ضرورة مشاركة المعلم في تطوير المناهج؛ مما يسهم في رفع مستواه الوظيفي والثقافي.
- التوجه الثالث: دراسات ركزت على العوامل المؤثرة على الكفاءة التدريسية لمعلم العلوم): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بالعوامل التي تؤثر على الكفاءة التدريسية لمعلم العلوم داخل الفصل، ومن هذه الدراسات دراسة كلّ من (Boesdorfer & Staude,2016; Granger *et al.*, 2019; Rott, 2019; Wang & Tsai, 2020; Sorge *et al.*, 2019; Blonder, 2010; Adam, Alozie *et al.*, 2012; Bayram *et al.*, 2019;; González & McNeill, 2019; Ivars *et al.*, 2019; Jafer, 2020; Lindsay *et al.*, 2019; Luft *et al.*, 2015; Meltem, 2019; Overman etal., 2019; Ronen, 2020; Sasmaz *et al.*, 2011; Serin, 2015; Webb & Shores, 2020) التي أشارت نتائجها إلى أن امتلاك المعلم لمعتقدات كفاءة ذاتية مرتفعة يعتبر مؤشرًا قويًّا على فعاليته التدريسية داخل الفصل، وضرورة توفير برامج تساعد على تطوير أداء المعلمين خاصة فيما يتعلق بالكفاءة الذاتية ومفهوم الذات لديهم، أما دراسة كلّ من (Bellocchi, 2019; Qien *et al.*, 2019; Navy *et al.*, 2020) فأشارت نتائجها إلى أن ضغوط العمل تؤثر بالسلب على الكفاءة التدريسية للمعلم داخل الفصل، وضرورة دعم المعلم نفسيًّا من أجل التخفيف من تعرض المعلم للاحتراق النفسي نتيجة ضغوط العمل المتزايد، وكذلك ضرورة توفير الدعم المادي المستمر للمعلمين، والتعرف باستمرار على احتياجاتهم ومطالبهم من أجل توفير الاستقرار النفسي لهم.

من العرض السابق يتضح أن : على الرغم من تعدد وجهات النظر البحثية التي تناولت المعلم من حيث إعداده وتطويره المهني، وأيضاً سبل الدعم التي يجب أن تقدم له، إلا أن الدراسات أغفلت دور المعلم في تطوير المناهج والاستماع إلى آرائه، وأيضاً أغفلت المقارنة النوعية بين معلمي المراحل المختلفة والنظم التعليمية المختلفة، إذ إن معلم العلوم في المدارس التجريبية يجب أن تكون لديه مهارات إضافية عن معلم المدارس العادية، وكذلك معلم المدارس الدولية ومعلم مدارس نظام STEM ؛ وبالتالي يجب أن تركز بعض الأبحاث على تلك النقاط وقياس مردودها على المعلم والنظام التعليمي.

8.2.4. التوجهات البحثية في تقنية تعليم العلوم:

8.2.4.1. رؤية تنظيرية للتوجهات البحثية في تقنية تعليم العلوم:

- تقنية الواقع الافتراضي Virtual Reality: اهتم تدريس العلوم في الآونة الأخيرة ببيئات التعلم الافتراضية كأحد الاتجاهات الحديثة لتدريس العلوم بمساعدة تكنولوجيا التعليم، فظهرت عدة أشكال لبيئة التعلم الافتراضية التي دعمت تدريس العلوم بفروعها المختلفة، وتُعرف البيئة الافتراضية Virtual Reality بأنها بيئة يتم إنتاجها من خلال الحاسب الآلي بحيث تمكن المتعلم من التفاعل معها، وذلك بفحص ما تحتويه هذه البيئة من خلال الإمكانات التي توفرها التقنية الحديثة من أصوات وصور ثلاثية الأبعاد والرسومات، وتتفاوت درجات التفاعل الذي ينتج عن معايشة البيئة الافتراضية من مجرد تأمل ما تحتويه هذه البيئة إلى تفاعل يُمكّن المتعلم من التأثير على هذه المحتويات بالتغيير (Subramanian & Marsic, 2001). ومن أشكال بيئات التعلم الافتراضية، المعامل الافتراضية التي تعرف بأنها تجارب معملية تتم بدون وجود معمل واقعي، حيث تمكن المتعلم من الربط بين الجانبين النظري والعملي، دون الاستعانة بالأدوات المعملية الحقيقية، فهي مبرمجة إلكترونيًا لمحاكاة التجارب الحقيقية , (Harry & Edward (2005. وفي ذات السياق يتم العمل على المتاحف الافتراضية التي تعتمد على التقنية الرقمية السمعية والبصرية، ويتم عبر شبكة الإنترنت من أجل التعريف بمتحف ما، وقد لا يكون لهذا المتحف وجود حقيقي، وذلك بهدف نشر الوعي بالقطع الأثرية والتاريخية والبحث في تاريخها ونشر هذه المعلومات على نطاق واسع باستخدام شبكة الإنترنت (Tarng *et al.*, 2009). وتجدر الإشارة إلى أن الزيارات والرحلات الافتراضية عبر الإنترنت التي تمثل بيئة تفاعلية تضم مجموعة من الأدوات الرقمية المتنوعة، وتسمح للمتعلم بزيارة أي مكان أو موضوع عن بعد، والتعلم من خلالها، وذلك باستخدام أنواع مختلفة من الوسائط، وتتيح للمتعلم فرصًا متنوعة للتعرف على محتويات هذه الأماكن دون أي قيود زمنية أو مكانية Adedokun, *et al,* (2011).
- تقنية الإنفوجرافيكInfographic Technology: يبحث الخبراء في مجال تقنيات التعليم عن كيفية إثراء البيئة التعليمية بكل ما يُخاطب كافة حواس المتعلم بشكل ثري، ويساعد في تحقيق الأهداف التعليمية بشكل يتناسب مع التطورات التكنولوجية المتلاحقة؛ فظهر ما يُسمى بـ "الإنفوجرافيك Infographic" وهو مصطلح يُطلق على فن تحويل المعلومات المُعقدة إلى صور ورسوم يمكن فهمها واستيعابها بشكل مُبسط وجذاب (شلتوت، 2014). ويُعرف الإنفوجرافيك بأنه تصوُّر بصري للبيانات والأفكار التي تحاول أن تنقل للجمهور المستهدف معلومات معقدة بأسلوب يجذب الانتباه بسرعة ويمكن فهمه بسهولة (Smiciklas, 2012). وقد اهتم الكثير من الباحثين في مجال تدريس العلوم باستخدام رسوم الإنفوجرافيك لتبسيط المفاهيم والحقائق العلمية؛ حيث يسمح الإنفوجرافيك بتقديم المحتوى العلمي بشكل أكثر تركيزًا وجاذبيةً دون فقدان أي جزء من هذا المحتوى، وبما يضمن تحسين فهم الطلاب للمعلومات والأفكار والمفاهيم العلمية؛ لتعزيز خبرات التعلم, وتحسين الاحتفاظ بالمعلومات واسترجاعها، وتعزيز القدرة على التفكير وتطوير وتنظيم الأفكار، وبصورة منطقية فإن احتواء الإنفوجرافيك على عدد كبير من المثيرات البصرية، يؤثر بشكل مباشر في تحفيز المتعلم للنظر إلى المحتوى البصري والتعامل مع مكوناته والعلاقات القائمة بين عناصره المختلفة (Smiciklas, 2012).
- تقنية الواقع المعزز Augmented Reality: بحكم انفتاح التعليم على التقنية وسعي رواده إلى الاستفادة من أحدث ما جادت به التقنية في تحفيز المتعلمين، وجعل عملية التعلم أكثر متعة وتشويقا، فقد وجدت تقنية الواقع المعزز طريقها بسهولة إلى مجال التعليم، لتسهم بدورها في تحسين أداء المتعلم. ويُعرف الواقع المعزز بأنه تقنية تسمح بمزج واقعي متزامن لمحتوى رقمي من البرمجيات والكائنات والحاسب مع العالم الحقيقي (Dunleavy & Dede, 2014). فهو نوع من الواقع الافتراضي الذي يهدف إلى تكرار البيئة الحقيقية في الحاسب الآلي، وتعزيزها بمعطيات افتراضية لم تكن جزءًا منها. فنظام الواقع المعزز يُقدم عرضًا مزدوجًا يمزج بين المشهد الحقيقي الذي ينظر إليه المستخدم والمشهد الظاهري الذي تم إنشاؤه بواسطة الحاسب، والذي يعزز المشهد الحقيقي بمعلومات إضافية

(أوباري، 2015). وقد استُخدم الواقع المعزز في تعليم العلوم في بيئة المختبرات العلمية لإجراء مختلف التجارب في الصفوف الدراسية الحقيقية؛ بما يساعد على تحفيز المتعلمين على المشاركة؛ لأنه يجمع بين المتعة والتعلم في ذات الوقت، وهذا من شأنه أن يحفز المتعلمين على اكتشاف المزيد في المحتوى التعليمي؛ حيث لا يفصل الواقع المعزز المتعلمين عن عالمهم الواقعي؛ بل يستخدم هذا العالم وينقله بشكل واقعي إلى عالم رقمي، وهو أمر كفيل بأن يرفع مستوى الفضول وحب الاستطلاع لدى المتعلمين، ويشجعهم على الاستقصاء العلمي (Moro, *et al*, 2017).

8.2.4.2. رؤية تحليلية نقدية للتوجهات البحثية في تقنيات تعليم العلوم:

تعددت التوجهات البحثية التي تناولت تقنيات تعليم العلوم ، وتبنت كل دراسة اتجاهًا معينًا ولهذا سوف تقوم الباحثتان بإيضاح أهم تلك التوجهات و الدراسات التي تناولتها، وذلك على النحو الآتي:

- التوجه الأول (دراسات ركزت على تقنيات الواقع الافتراضي): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتكنولوجيا الواقع الافتراضي في عدة مستويات ومراحل دراسية مختلفة، وفي أشكاله المتعددة مثل: المعامل الإفتراضية، أو المتاحف الإفتراضية، أو الرحلات الافتراضية، ومن هذه الدراسات دراسة كلٌّ من (Chao, *et al*, 2016 ؛ Burkett and Smith, 2016؛Brinson, 2017؛ ; Elena *et al*,2019 ؛ Goudsouzian, el al., 2018؛ Darrah, *et al*., 2014 ;Ryoo *et al*.,2019 Ines, 2019)، التي أشارت نتائجها إلى أهمية الواقع الافتراضي في تعليم العلوم، فهي وسيلة فعالة لمحاكاة بيئة التعلم التقليدي مهما كانت ظروفها وصعوبتها، من خلال إنشاء بيئات مختلفة تحاكي الواقع الذي لا يمكن للمتعلم الوصول إليه أو التعايش معه، كما أنها تسهم في زيادة التفاعلية والتحكم والتفرد؛ لأن المتعلم هو الذي يقرر ماذا يفعل، فزيادة التفاعلية والتحكم يؤديان إلى زيادة مستوى التفرد، وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة التعلم.
- التوجه الثاني (دراسات ركزت على تقنيات الإنفوجرافيك): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتكنولوجيا الإنفوجرافيك في تدريس العلوم عبر المراحل الدراسية المختلفة، وقياس أثره في تحقيق أهداف تدريس العلوم مثل: التحصيل، والتفكير البصري، والتفكير التأملي، والدافعية للإنجاز، والاتجاه نحو دراسة العلوم، ومن هذه الدراسات دراسة كلّ من (إبراهيم، 2017؛ الدوسري والسيد، 2018؛ عمر ، 2016؛ Davidson, 2014 ; Lamb, *et al*, 2014 ; Gebre and Polman ,2016 Gebre,2018;)، التي أشارت نتائجها إلى تحسن في مستوى المتعلمين باستخدام رسوم الإنفوجرافيك بأنواعه المختلفة.
- التوجه الثالث (دراسات ركزت على تقنيات الواقع المعزز): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتكنولوجيا الواقع المعزز، ومن أهم هذه الدراسات دراسة كلّ من (حمادة، 2017؛ عمر، 2017؛ Baumflak *et al*., 2019؛ Goff, *et al*, ; Moro, *et al*, 2017; She *et al*., 2019; Salmi, *et al*, 2017 McMahon, *et al*, 2016 ; 2018) التي أشارت نتائجها إلى فعالية تكنولوجيا الواقع المعزز في إثراء أهداف تدريس العلوم مثل: التحصيل والتفكير الإبداعي والاتجاه والدافعية.
- التوجه الرابع (دراسات ركزت على معوقات تطبيق التقنية في تعليم العلوم): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بالتحديات الخاصة باستخدام التقنية في تعليم العلوم، حيث أشارت دراسة كلّ من (Irina, 2020; Hamdan, 2020; Akuma & Callaghan, 2019; Jeffery *et al*., 2020; Lou & Jaeggi, 2020; Mailizar, 2019) إلى أن نقص معارف ومعلومات معلمي العلوم والرياضيات حول استخدام التقنية يضع عقبة كبيرة أمام تطبيق التقنية في تعليم وتعلم العلوم، وخصوصاً في الفصول الدراسية التابعة لنظام STEM.

من العرض السابق يتضح اهتمام الأبحاث العلمية التربوية بدراسة أهمية التقنية في مجال تعليم وتعلم العلوم، وركزت الأبحاث على أهم التقنيات التكنولوجية التي يمكن الاستفادة منها في تعليم العلوم، وأيضاً تناولت أبحاث أخرى معوقات تطبيق التقنية، إلا أن هذا التوجه البحثي افتقد نقطه هامة وهي دراسة الفروق البينية بين المعرفة العلمية والمعرفة التكنولوجية، فالمعرفة العلمية أساس للتكنولوجيا أما المعرفة العلمية الناتجة عن استخدام التقنية وتصميم أدوات تهتم بقياس مدى إتقان المعلم والطلاب للتقنية والاستفادة منها.

8.2.5. التوجهات البحثية في طبيعة العلم:

8.2.5.1. رؤية تنظيرية للتوجهات البحثية في طبيعة العلم:

يشهد تدريس العلوم في الوقت الحاضر اهتماماً كبيراً ومستمرًا، لمواكبة التقدم العلمي والتقني وتفجر المعرفة العلمية، ويستمد هذا الاهتمام أصوله من طبيعة العلم وعملياته؛ لأن عصرنا هو عصر التقدم العلمي والتقني والانفجار المعرفي، وذلك باعتباره ركناً أساسياً في تدريس العلوم، وتؤكد أدبيات التربية العلمية وتدريس العلوم أن لكل فرع من فروع المعرفة طبيعته الخاصة التي تميزه عن غيره من فروع المعرفة الإنسانية الأخرى، حيث تشمل هذه الطبيعة البنية التركيبية لهذا الفرع وعملياته وأساليب البحث والتفكير، ولهذا كان لابد أن تسعى عملية التدريس إلى إعداد أجيال من المتعلمين الملمين بأساسيات العلم، ويمتلكون القدرة على التفكير العلمي، ولهم ميول واتجاهات إيجابية، وبما أن المعلم هو المكون الأساسي للعملية التعليمية، لذلك كان لابد من الاهتمام به باستمرار، والتعرف إلى مدى فهمه لطبيعة العلم، بما ينعكس إيجابياً على قدرات المتعلمين، وتوظيفها في التدريس بما يعمل على تحقيق أهداف تدريس العلوم بشكل شامل (التميمي وشتوي، 2017). ويعتقد بعض المعلمين والمتعلمين أن التقنية هي العلم، ولكن هذا ليس صحيحًا؛ فأغلب التقنية الحديثة تعتمد على العلم ولكن هذه العلاقة العالمية تخفي اختلافات أساسية، ويتسبب عدم وضوح هذه الاختلافات في الفشل في التمييز بين التقنية والعلم، مما يتسبب في عدم وضوح طبيعة العلم، وببساطة متناهية فإن العلم ينتج أفكارًا، في حين تنتج التقنية أشياء تستعمل (وولبرت، 2001). ويعرف إسماعيل (2010) طبيعة العلم بأنها ما يميز العلم عن غيره من فروع المعرفة بالنسبة للميادين، وأهداف البحث فيه، وأساليبه، وطرقه، إذ إن العلم جسم منتظم من المعرفة العلمية، ومنهج في البحث والتفكير، وهو مجموعة من القيم الأخلاقية أو ضوابط العلم، في حين ترى التميمي وشتوي (2017) بأنه مفهوم يتكون من عدد من المكونات والعناصر، حيث تحدد العناصر الرئيسية للعلم كالتالي (ماهيته، وأهدافه، وخصائص، وطرقه، وعمليات، وبنيته، ومسلماته، وأخلاقياته، ودور العلماء، وعلاقته بالتقنية والمجتمع)، ويتفق إسماعيل (2010) والتميمي وشتوي (2017) على أن لطبيعة العلم أهمية كبيرة، ولهذا فقد تحدد أهمية فهم طبيعة العلم في تدريس العلوم كالتالي:

- فهم طبيعة العلم من أهم صفات الفرد المتنور علمياً.
- فهم طبيعة العلم تساعد الفرد على فهم بيئته والإسهام في حل مشكلاتها.
- فهم طبيعة العلم تساعد الفرد على التعامل مع الأجهزة المتداولة في الحياة بأسلوب يتناسب مع عصر العلم والتقنية.
- طبيعة العلم لها أثر كبير على محتوى المنهج المدرسي.
- طبيعة العلم لها أثر كبير على تنظيم خبرات المناهج التعليمية، حيث يعمل العلم على إيجاد العلاقة بين السبب ودراسة الظواهر الطبيعية؛ مما يقود المتعلم لمزيد من المعرفة العلمية.
- فهم المدرسين لطبيعة العلم يساعدهم على بناء إستراتيجيات تدريس جيدة.
- فهم معلم العلوم لطبيعة العلم يؤثر في تنويع الأسئلة التي يوجهها لطلابه.
- فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم أمر ضروري لكي يستطيعوا إكساب تلاميذهم فهماً لطبيعة العلم الذي يمثل أحد أركان التنور العلمي.

8.2.5.2. رؤية تحليلية نقدية للتوجهات البحثية في طبيعة العلم:

تعددت التوجهات البحثية التي تناولت طبيعة العلم، وتبنت كل دراسة اتجاهًا معينًا، ولهذا سوف يتم إيضاح أهم تلك التوجهات والدراسات التي تناولتها على النحو الآتي:

- التوجه الأول (دراسات ركزت على فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتقييم فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم، ومحاولة تحسينها، حيث أشارت نتائج دراسات كلّ من (Akuma & Haweley & Sinatra, Gonzales & Mcneill, 2019; Callaghan, 2019; Lederman *et al*.,2019) 2019 إلى تأثير المعتقدات الدينية للمعلم على فهم طبيعة العلم، فهناك بعض المعلمين الذين يهملون في شرح بعض أجزاء المنهج بسبب تأثير بعض المعتقدات الدينية على تفكيرهم، كما أشارت أيضاً إلى أن معلمي العلوم لا يمتلكون فهماً مناسباً (سليماً) لطبيعة العلم؛ وقد يرجع ذلك إلى عدة عوامل يمكن أن يكون من أبرزها: أن برامج إعداد المعلمين قبل الخدمة لم تعدهم أو تؤهلهم مهنياً وتربوياً في تربويات التعليم والتعلم بعامة، وبيداغوجيا تعليم العلوم بخاصة، هذا بالإضافة إلى أن برامج التطوير والتدريب المهني التربوي في أثناء الخدمة قد لا تحتوي على مواد تعليمية تربوية تتعلق بمجالات طبيعة العلم ومكوناته.
- التوجه الثاني: دراسات ركزت على فهم الطلاب لطبيعة العلم): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتقييم فهم الطلاب لطبيعة العلم، فأشارت نتائج دراسة كلّ من (Toma *et al*., ; Nehring, 2019 ; Meadaw *et al*., 2019) إلى أن أغلب الطلاب لديهم معتقدات خاطئة حول طبيعة العلم ناتجة عن تصور غير واقعي بعيد عن الجانب العملي؛ ويرجع هذا التصور غير المنطقي لعدم توافر جو من المناقشة والحوار بين الطالب والمعلم وعدم إعطاء الفرصة للطالب للقيام بأبحاث علمية يتعلم من خلالها طبيعة العلم، وقد أوصت الدراسات معلمي العلوم باستخدام التساؤلات المنطقية

مع الطلاب بحيث لا يأخذ الطالب المعلومات العلمية كمسلمات دون نقاش؛ مما يعطي للطالب ثقة في العلم، ويكوّن فهمًا سليمًا لطبيعة العلم.

- التوجه الثالث (دراسات ركزت على تطوير مناهج العلوم لتحسين فهم الطلاب لطبيعة العلم وبنيته): اهتمت عدد من بحوث التربية العلمية بتطوير مناهج العلوم لتحسين فهم الطلاب لطبيعة العلم وبنيته، ومن هذه الدراسات دراسة كلٍّ من (Jia *et al.*, ; Brunner & Abd elkhalick, 2020 ; Rodothea & ; Peel *et al.*, 2019 ; Lindahi *et al.*, 2019 ; 2019 Shaby *et al.*, 2019 ; Costas,2019) التي أشارت نتائجها إلى أنه عند تحليل كتب العلوم للتوصل إلى مدى تمثيل منهج العلوم لنظرية طبيعة العلم وكيفية تناوله لها، وجد غياب الجانب العملي، وهذا يؤثر سلبياً على فهم الطلاب لطبيعة العلم، حتى إن تم تناولها بشكل معرفي نظري، ويمكن تطوير مناهج العلوم لتحسين فهم الطلاب لطبيعة العلم من خلال تعامل المناهج بشكل مادي أكثر مع إنجازات العلم عن طريق زيارات المعارض العلمية والمراكز البحثية، والتكامل بين التقنية والعلوم، إذ إن التقنية تتيح للطلاب فهمًا عمليًا واضحًا لطبيعة العلم، بالإضافة إلى التركيز على الأنشطة العلمية العملية.

من العرض السابق يتضح: اهتمام الأبحاث العلمية التربوية بدراسة فهم معلمي العلوم والطلاب لطبيعة المعرفة، إلا أنها أغفلت استقصاء العلاقة بين فهم معلمي العلوم لطبيعة العلم، وفهم طلابهم له، وانعكاسات ذلك الفهم على ممارساتهم التدريسية وسلوكهم التعليمي الصفي كما في مدى قدرتهم على استخدام طرائق وأساليب التدريس، وأنماط الأسئلة الصفية، ومصادر تكنولوجيا التعلم، وتقويم تعلم الطلبة وتقدمهم في تحقيق نتاجات التعلم المرغوبة، كما أنها أغفلت أيضاً تقييم كتب العلوم كترجمة إجرائية لمناهج العلوم، وتبيان مدى تضمينها لطبيعة المسعى العلمي، ومضامينه المهنية والمجتمعية والإنسانية والعالمية في سياق معايير الحركات الإصلاحية في التربية العلمية ومناهج العلوم وتدريسها.

8.3. النتائج الخاصة بالسؤال الثالث:

حيث ينص السؤال الثالث على (ما الرؤية النقدية للمنهجية العلمية المستخدمة في التوجهات البحثية العالمية لمجال التربية العملية؟)، وللإجابة عن هذا السؤال قامت الباحثتان باستقراء طبيعة منهجيات البحث العلمي المتضمنة في التوجهات الخمسة محل التحليل والنقد في الدراسة الحالية.

8.3.1. رؤية تنظيرية للمنهجيات البحثية في مجال التربية العلمية

يعتمد البحث العلمي على وجه العموم على اتجاهين رئيسين في تناول البحوث، وهما البحوث النوعية والبحوث الكمية، تعد البحوث الكمية هي الأسبق تاريخياً في الظهور، وتعتمد على أدوات، مثل الاستبيانات والاختبارات وتستخدم التحليلات الإحصائية للوصول إلى بيانات كمية تسمح للباحث أن يبرهن إحصائياً على صحة العلاقات أو المتغيرات المحددة إجرائياً، أو صحة الفروض أو النظريات أو القوانين. أما البحوث الكيفية أو النوعية فتعنى بدراسة السلوك الإنساني في المواقف الاجتماعية اليومية، وتفسيره تفسيراً قائماً على فهم معنى السلوك الإنساني للتوصل إلى القواعد الحاكمة للسلوك، والنظريات المفسرة له عن طريق بعض الأدوات مثل: الملاحظة المشاركة، والمقابلات العميقة، وتحليل الوثائق الشخصية (القحطاني، 2017).

ويشير المهتمون بمناهج البحث النوعية إلى أن المشكلة البحثية هي الخطوة الأولى الحقيقية التي يقيمون عليها معرفتهم، من خلال ملاحظة الأفراد ورصد سلوكهم الطبيعي، مما يتيح جمع المعارف والمعلومات بشكلها الطبيعي دون تصنع، ودون وجود فرضيات أو أحكام مسبقة لدى الباحث، كما أن دراسة الظواهر التربوية تعتمد على الباحث وعلى معايشته للظاهرة التي يقوم بدراستها، وتحليل معانيها وكيفيتها في ضوء المعلومات التي جمعها والمؤثرات الخارجية دون استخدام أدوات قياس محددة كما في البحوث الكمية، ويمكن أن تتكامل مع الكمية فالظاهرة عندما تدرس كميًّا ونوعيًّا تكون النتائج أصدق وأقوى (القحطاني، 2017). وبالتالي فإن الاختلاف بين البحوث النوعية والبحوث الكمية في المجال التربوي يعتمد على ركيزة أساسية، وهي أن البحوث الكمية تستخدم أدوات لتحويل المعلومات الكيفية إلى أرقام كمية يمكن المقارنة بينها وتحديد العلاقات، وأيضاً الفروق بين المتغيرات المختلفة موضع البحث، حيث تستخدم في سبيل ذلك الاختبارات والمقاييس والاستبيانات، بالإضافة إلى استخدامها أدوات البحوث النوعية مثل الملاحظة والمقابلة، ولكن تعتمد على إلحاق أدوات بها تمكنها من تحويل المعلومات التي يتم جمعها إلى أرقام يمكن التعامل معها إحصائياً، في حين أن البحوث النوعية تسعى لتحويل الأرقام إلى حقائق واستنتاجات دون التقيد بفرضيات مسبقة، حيث تعتبر مشكلة البحث هي نقطة البدء وليس الفرض كما في البحوث الكمية.

8.3.1.1. رؤية تحليلية لأهم التوجهات البحثية في منهجية جمع البيانات وأدواتها:

- أبحاث اتخذت البحث الكمي إطارًا أساسيًّا لها: تعددت الدراسات والأبحاث التي اختارت البحث الكمي كوسيلة لدراسة الظاهرة موضع البحث، وتنوعت المناهج التي اعتمدت عليها تلك الأبحاث، حيث اعتمد البعض على المنهج التجريبي ذي المجموعة الواحدة ذات القياسين القبلي والبعدي، وأيضاً المنهج الوصفي المقارن للمقارنة بين مجموعات متعددة في متغير ما. والبعض اعتمد على المنهج الوصفي، ولكن جميعها اتبع خطوات البحث الكمي من حيث استخدام المقاييس والبرامج والتحليلات الإحصائية لتحويل النتائج أو الملاحظات الكيفية إلى أرقام كمية يسهل المقارنة بينها وتفسيرها. ومن أهم تلك الأبحاث مما سبق عرضه ما يلي:
- دراسات اعتمدت على المنهج التجريبي ذي المجموعة الواحد والقياسين القبلي والبعدي أو المنهج التجريبي ذي المجموعتين المستقلتين للمقارنة بينهم في المتغير موضع القياس، ومن أمثلة تلك الدراسات:
(Georgia *et al.*, 2019; Anderje *et al.*, 2019; Ana *et al.*, 2019; Bachtold *et al.*, 2019; Matuk *et al.*, 2019; Fiedler *et al.*, 2019; Maja *et al.*, 2019; Höft *et al.*, 2019; leuchter & Naber, 2019; Gillespie & Rouse, 2019; Ryoo & Bedell, 2019; Ines, 2019; Elena *et al.*, 2019; Baumflak *et al.*, 2019; She *et al.*, 2019; Curry *et al.*, 2020; Vallera & Bodzin, 2020; Carigetal *et al.*, 2019; Acar, 2019; Sondergeld *et al.*, 2020; Redmond & Cutke, 2020; Lane *et al.*, 2019; Hawley & Sinatra, 2019; Marco etal, 2020)
- دراسات اعتمدت على المنهج الوصفي المقارن مستخدمه معامل ANNOVA للمقارنات المتعددة بين المجموعات المتعددة في المتغير موضع القياس، ومن أمثلة تلك الدراسات:
(Akuma & Callaghan, 2019; Bachtuld *et al.*, 2019; Al-balushi & Martine *et al.*, 2019; Cuzzolino *et al.*, 2019; Plotz, 2019; Eames *et al.*, 2020; Yang *et al.*, 2020; Wikie *et al.*, 2020; Adam, 2019; Hwang *et al.*, 2020; Rott, 2019; Bellochi, 2019; Qien *et al.*, 2019; Mailizar, 2019)
- دراسات اعتمدت على المنهج الوصفي:
(Flores *et al.*, 2020; Alymai *et al.*, 2020; Summer *et al.*, 2019; Elias *et al*, 2020; Fortus *et al.*, 2019; Gibbons & Raker, 2019; Raker *et al.*, 2019; Shana *et al.*, 2020; Granger *et al.*, 2019; Sorge *et al.*, 2019; Wendell *et al.*, 2019; Dorfman & Fantus, 2019; Nixon *et al.*, 2019; Lee & Mamerow, 2019;)

8.3.1.2. أبحاث اتخذت البحث النوعي إطارًا أساسيًّا لها:

حيث يقوم الباحث بجمع المعارف والمعلومات بشكلها الطبيعي دون تصنع، ودون وجود فرضيات أو أحكام مسبقة لديه، وهذا النوع من الأبحاث يعتمد على الباحث وعلى معايشته للظاهرة التي يقوم بدراستها، وتحليل معانيها وكيفيتها في ضوء المعلومات التي جمعها والمؤثرات الخارجية، دون استخدام أدوات قياس محددة، ومن أهم الأبحاث التي تمثل البحث النوعي فيما سبق عرضه ما يلي:

(Premo *et al.*, 2019; Zahar *et al.*, 2019; Samon & Levy, 2019; Tayler, 2020; Van *et al.*, 2019; Cook, *et al.*, 2020; Rodriguez *et al.*, 2020; Martin *et al.*, 2019; Cohen & Kelly, 2020; Peters, 2020; Lotter *et al.*, 2020; Maria & malena, 2019; Surette, 2020; Fu & Clarke, 2019; Navy *et al.*, 2020; Jeffery *et al.*, 2020; Irina, 2020; Wheeler *et al.*, 2019; Chesnutt *et al.*, 2019; Glassmeyer *et al.*, 2020; Kuen *et al.*, 2020)

8.4. النتائج الخاصة بالسؤال الرابع:

حيث ينص السؤال الرابع على (ما التصورات المقترحة للاستفادة من الرؤية النقدية لأبرز التوجهات البحثية العالمية في مجال التربية العملية ومنهجيات البحث المطبقة فيها؟)، واستندت الإجابة عن هذا السؤال إلى ما تم عرضه تفصيلا للأسئلة الثلاثة السابقة في الدراسة الحالية، كما هو موضح في المقترحات التالية:

- معتقدات الطلاب وأنماطهم التعليمية: ضرورة الاهتمام بمعتقدات الطلاب المعرفية، والتركيز على أنماط التعلم المختلفة السمعية والبصرية والحركية والموسيقية عند دراسة المفاهيم، إذ إن اكتساب المفهوم يعتمد على نمط التعلم الذي يحتاجه المتعلم؛ وبالتالي يجب أن تتوافر أبحاث تعتمد على

دمج علم النفس المعرفي مع دراسة المفاهيم العلمية، وتستهدف بشكل دقيق اكتساب المفهوم معرفياً، وبالتحديد طرق التشفير للمعلومات المختلفة وربطها بتعلم المفاهيم.

- معلم مدارس STEM: تناولت أبحاث STEM العديد من مكونات النظام، ولكنها أغفلت التركيز على معلم STEM فتطوير النظام لا يقتصر على تطوير المحتوى فقط، ولكن يجب التركيز على تطوير معلم STEM أكثر، والنهوض بمهاراته مما يوفر الكثير من الجهد البحثي لرفع كفاءة نواتج النظام.
- بيئة التعلم في مدارس STEM: يجب أن تهتم الأبحاث الخاصة بنظام STEM بدراسة البيئة التي يتواجد فيها طالب STEM وكيفية توفير جوانب دراسية نوعية تستهدف تطوير مهاراته في مجال بيئته التعليمية، فالمتعلم المتواجد في بيئة زراعية غلى سبيل المثال يحتاج إلى تطوير مهارات خاصة بتلك البيئة لكي يتمكن من الاستفادة القصوى منها.
- التدريب النوعي لمعلم العلوم: بمعنى التركيز في البحث العلمي على تطوير مهارات المعلم النوعية حسب نوع ونظام المدرسة التي يقوم بالتدريس بها، حيث إن مهارات معلم علوم في المدارس التجريبية تختلف عن مهارات معلم العلوم في المدارس العادية، وكذلك في المدارس الدولية ، ومدارس نظام STEM.
- التخلي عن مركزية المناهج التعليمية: تحتاج الدراسات الخاصة بالتربية العلمية البحث في قضايا اللامركزية في تطوير المناهج؛ بحيث تمنح الفرص لمعلمي العلوم لتطوير المنهج الذي يقومون بتدريسه والتركيز على نواتج تطبيق هذا النظام في بيئة وطيدة الصلة بالمضمون العلمي لتلك المناهج..
- المعرفة العلمية مقابل المعرفة التكنولوجية: ضرورة الاهتمام البحثي بالفرق بين المعرفة العلمية والمعرفة التكنولوجية في العلوم، والتركيز على الفروق البينية بينهما وإظهار العلاقة المتبادلة بين المعرفة العلمية والمعرفة التكنولوجية.
- التوازن الكمي الكيفي في منهجيات البحوث العلمية: ضرورة توجيه البحث العلمي في الوطن العربي للتنويع بين الاتجاهات البحثية المختلفة من حيث استخدام الأبحاث النوعية، وعدم الاقتصار على الأبحاث الكمية، وتناول كافة أنواع مناهج البحث العلمي وعدم الاقتصار على المنهج التجريبي والمنهج الوصفي، وتنويع استخدام أدوات جمع المعلومات مثل المقابلة والملاحظة ودراسة الحالة، وعدم الاقتصار على الاختبارات والمقاييس والاستبيانات ذات الطبيعة الكمية.
- خطط بحثية أكاديمية معتمدة: ينبغي أن تعتمد الأقسام العلمية خططًا بحثية تراعي التوجهات البحثية الجدية، وبما يُجنب البحث أن يكون تكرارًا أو مغيبًا عما هو معاصر، على أن تراعي تلك الخطط التنافضات العلمية، والثغرات التي لم تلق اهتمامًا مناسبًا بين البحوث العلمية.
- التركيز على الأصالة البحثية مقابل الاعتماد الشكلي: تتحدد القيمة العلمية للأبحاث في البيئة العربية من خلال كشف النزاهة أو الاستلال العلمي، في حين أن الأصالة والجدة هي الأمر الأهم، ويقترح في ذلك وجود لجان علمية دائمة في كليات التربية لتقييم رسائل الماجستير والدكتوراه قبل تسجيلها، والتحقق من الأصالة العلمية، والتميز بين الرسائل التي تليق بالتسجيل لدرجة الدكتوراه على وجه الدقة.
- مراعاة طبيعة العلم والتقنية: بينت الدراسة الحالية أن التوجهات الخاصة بطبيعة العلم واستخدام التقنية في التربية العملية هي الأقل انتشارًا في التوجهات البحثية وطيدة الصلة، مما يعكس قيمة حدوث نوع من التوازن وضرورة العمل البحثي على هذين التوجهين في ظل تركيز أكبر وواضح على تعلم المفاهيم العلمية.
- الدراسات البينية: بينت نتائج الدراسة الحالية قلة الدراسات البينية التي تعمل على الربط بين تعلم العلوم والمجالات الأخرى بغض النظر عن توجه STEM، ويقصد بالبينية الدراسات واسعة نطاقات التكامل، التي تربط بين تعلم العلوم ومجال علم النفس، والدراسات التي تربط بين صعوبات تعلم الرياضيات والعلوم والقراءاة على سبيل المثال.
- مؤشرات دولية للتوجهات العالمية: ويقترح في هذا الجانب اعتماد رابطة دولية بين المجلات العالمية المتخصصة في التربية العلمية تقدم مؤشرات عن طبيعة التوجهات للنشر في التوجهات المختلفة، ويتم تحديثها بصورة دورية، بحيث تعد هذه المؤشرات مرجعية مهمة للباحثين وتحديد توجهاتهم البحثية.

نبذة عن المؤلفين

أماني خلف الغامدي

كلية التربية، جامعة الامام عبدالرحمن بن فيصل، الدمام، السعودية،
akhalghamdi@iau.edu.sa , +966553332700

أ.د. الغامدي أستاذ المناهج العامة وطرق تدريس العلوم في كلية التربية جامعة الامام عبدالرحمن بن فيصل و وكيلة التطوير الأكاديمي. للدكتورة أماني أبحاث مستفيضة في التربية والتعليم والمناهج في دوريات سعودية وخليجية وأمريكية و كندية وأسترالية وأوروبية محكمة ومصنفة ونشر لها عدد من الكتب التربوية باللغتين العربية والانجليزية قدمت د. أماني للمكتبة العربية ترجمة لأحدث ماكتب عن استراتيجيات التدريس المتمايز حيث ترجمت للعربية كتابية حديثين هما: التدريس المتمايز في الصف الاعتيادي للكاتبة: ديانا هيكوكس واستراتيجيات التدريس المتمايز للكاتب: ريتشارد كاش.

أسماء عبدالله محمد الشبنوتية

كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، مسقط، سلطنة عمان،
asma.shabanoti@moe.om ،0096899592247

م. الشبنوتية ماجستير مناهج وطرق تدريس العلوم، كلية التربية، جامعة السلطان قابوس، سلطنة عمان، ماجستير مناهج وطرق تدريس العلوم / جامعة السلطان قابوس – مسقط سلطنة عمان – لها عدة بحوث تربوية في مناهج وطرق تدريس العلوم، و شاركت بأوراق عمل في مؤتمرات كلية التربية بالجامعة.

المراجع

إبراهيم، رضا. (2017). أثر برنامج تعليمي في العلوم قائم على تقنية الانفوجرافيك في اكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير البصرى والقابلية للاستخدام لدى التلاميذ المعاقين سمعيا في المرحلة الابتدائية. *مجلة التربية*، جامعة الأزهر، **175**(3)، 340- 411.

الأحمد، لنا. (2013). *تقويم الأداء التدريسي لمعلمات الفيزياء في المرحلة الثانوية بمنطقة القصيم في ضوء معايير الجودة الشاملة*. رسالة ماجستير، كلية التربية، جامعة القصيم، السعودية.

إسماعيل، حمدان. (2017). أثر أنشطة إثرائية في الكيمياء قائمة على مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM في تنمية الوعي بالمهن العلمية والميول المهنية لطلاب المرحلة الثانوية ذوي استراتيجيات التعلم العميق. *مجلة التربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، **2**(20)، 1- 56.

إسماعيل، فراس أحمد. (2010). *مستوى فهم معلمي العلوم حول طبيعة العلم وفلسفته في ضوء بعض المتغيرات*. رسالة ماجستير، جامعة القدس، القدس، فلسطين.

أوباري، الحسين. (2015). *ما هي تقنية الواقع المعزز؟ و ما هي تطبيقاتها في التعليم؟*. تعليم جديد، متوفر بموقع: https://www.new-educ.com/ (تاريخ الاسترجاع: 9/ 1/ 2020).

التميمي، رنا محمد؛ شتوي، غازي ضيف. (2017). طبيعة العلم لدى معلمي علوم المرحلة الأساسية العليا وعلاقته بمستوى الفهم العلمي للقضايا الجدلية. *مجلة العلوم التربوية*، **44**(4)، 69-82.

حسانين، بدرية. (2016). معايير العلوم للجيل القادم. *المجلة التربوية*، مصر، **لا يوجد رقم مجلد**(46)، 398- 439.

حمادة، أمل. (2017). أثر استخدام تطبيقات الواقع المعزز على الأجهزة النقالة في تنمية التحصيل ومهارات التفكير الإبداعي لدى تلاميذ الصف الرابع الابتدائي. *تكنولوجيا التربية دراسات وبحوث*، الجمعية العربية لتكنولوجيا التربية، **لا يوجد رقم مجلد**(34)، 259 – 318.

الخليلي، خليل يوسف؛ حيدر، عبداللطيف حسين؛ يونس، محمد جمال الدين. (1996). *تدريس العلوم في مرحلة التعليم العام*. دبي :دار القلم.

الدوسري، الجوهرة والسيد، عبد العال. (2018). فاعلية بيئة تعليمية قائمة على الإنفوجرافيك في تنمية المفاهيم الفيزيائية لدى طالبات الصف الثالث الثانوي بمدينة الرياض. *مجلة القراءة والمعرفة*، **18**(202)، 53-84.

السحار، هشام إبراهيم. (2015). *أثر استخدام أسلوبي الألعاب ولعب الأدوار في تنمية المفاهيم العلمية بمادة العلوم لدى طلاب الصف الثالث الأساسي*. رسالة ماجستير، الجامعة الإسلامية، غزة، فلسطين.

سليمان، خليل. (2017). الممارسات التدريسية لمعلمي العلوم بالمرحلة الثانوية في ضوء مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات STEM. *مجلة التربية العلمية*، الجمعية المصرية للتربية العلمية، **8**(20)، 67- 107.

شعبان، معتصم محمد. (2014). *أثر توظيف نموذج ميرل وينسون في تنمية المفاهيم العلمية وعمليات العلم في العلوم لدى طلاب الصف الرابع الأساسي*. رسالة ماجستير، كلية التربية، الجامعة الإسلامية.

شلتوت، محمد. (2014). *فن الإنفوجرافيك بين التشويق والتحفيز على التعلم*.

وحدة التعليم الإلكتروني جامعة المنصورة. *مجلة التعليم الإلكتروني*، متوفر بموقع:
http://emag.mans.edu.eg/index.php?sessionID=33&page=news&task=show&id=422 (تاريخ الاسترجاع: 5/ 7/ 2020).

صميلي، يحيى. (2017). مدى توافر المعايير المهنية في مجال تدريس العلوم لدى معلمي المرحلة الابتدائية في محافظة صامطة بمنطقة جازان، *دراسات عربية في التربية وعلم النفس*، رابطة التربويين العرب، **لا يوجد رقم مجلد**(89)، 311 – 328.

صوالحة، محمد؛ داود، يوسف. (2018). أثر إستراتيجية القياس في تعلم المفهوم لدى طالبات الصف الثاني الأساسي في مادة العلوم. *مجلة جامعة النجاح*، **32**(8)، 1452-1482.

عبد الرؤوف، مصطفى. (2017). تصور مقترح لتطوير الاداء التدريسي لمعلمي العلوم بالمرحلة الإعدادية في ضوء معايير توجه STEM، *مجلة التربية العلمية*، **7**(20)، 137-190.

عبدالقادر، أيمن. (2017). تصور مقترح لحزمة من البرامج التدريبية اللازمة لتطبيق مدخل العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM) في ضوء الاحتياجات التدريبية لمعلمي المرحلة الثانوية. *المجلة التربوية الدولية المتخصصة*، الجمعية الأردنية لعلم النفس، الأردن، **6**(6)، 167- 184.

عمر، أمل. (2017). دمج تكنولوجيا الواقع المعزز في سياق الكتاب المدرسي وأثره في الدافع المعرفي والاتجاه نحوه. *المؤتمر العلمي الرابع والدولي الثاني: التعليم النوعي: تحديات الحاضر ورؤى المستقبل، كلية التربية النوعية، جامعة عين شمس*، **4**(3)، 860-918.

عمر، عاصم محمد إبراهيم. (2016). فاعلية إستراتيجية مقترحة قائمة على الانفوجرافيك في اكتساب المفاهيم العلمية وتنمية مهارات التفكير البصري والاستمتاع بتعلم العلوم لدى تلاميذ الصف الخامس الابتدائي. *مجلة التربية العلمية*، **4**(19)، 207- 268.

العنزي، عبد الله، والجبر، جابر. (2017). تصورات معلمي العلوم في المملكة العربية السعودية نحو توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM وعلاقتها ببعض المتغيرات، *مجلة كلية التربية بأسيوط مصر*، **2**(33)، 312- 647.

القحطاني، على سعيد. (2017). معيار مقترح لتحكيم البحوث النوعية في المناهج وطرق التدريس. *مجلة العلوم التربوية*، **44**(4)، 17- 41.

المجيسن، إبراهيم وخجا، بارعة. (2015). التطوير المهني لمعلمي العلوم في ضوء اتجاه تكامل العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات STEM. في: *مؤتمر التميز في تعليم وتعلم العلوم والرياضيات الأول" توجه العلوم والتقنية والهندسة والرياضيات*، جامعة الملك سعود، 5-2015/5/7.

مصطفى، منصور. (2014). أهمية المفاهيم العلمية في تدريس العلوم وصعوبات تعلمها. *مجلة الدراسات والبحوث الاجتماعية*، **n/a**(8)، 88- 108.

وولبرت، لويس. (2001). *طبيعة العلم غير الطبيعية*. القاهرة: مطابع المجلس الأعلى للثقافة.

Abdalqadir, A. (2017). Tasawur muqtarah lahazmat min albaramij altadribiat alllazimat litatbiq madkhal aleulum waltiknulujia walhindasat walriyadiat (STEM) fi daw' alaihtiajat altadribiat limuelimi almarhalat alththanuiti 'A proposed envisioning a package of training programs needed to apply the STEM approach in light of the training needs of secondary school teachers'. *The Specialized Educational International Journal,* Jordan Psychological Association, Jordan, **6**(6), 167–84. [in Arabic]

Abduarawuwf, M. (2017). Tasawur muqtarah litatwir al'ada' altadrisii limuelimi aleulum bialmarhalat al'iiedadiat fi daw' maeayir tawajah STEM ' A proposal for the development of the teaching performance of middle school science teachers in light of the STEM orientation standards'. *Journal of Scientific Education*, **7**(20), 137–90. [in Arabic]

Acar, Ö. (2019). Investigation of the science achievement models for low and high achieving schools and gender differences in Turkey. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(5), 649–75.

Adedokun, O., Parker, L. C., Loizzo, J., Burgess, W. and Robinson, J. P. (2011). A field trip without buses: Connecting your students to scientists through a virtual visit. *Science Scope*, **34**(9), 52–7.

Akuma, F. V. and Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(5), 619–48.

Akuma, F. V. and Callaghan, R. (2019). Teaching practices linked to the implementation of inquiry-based practical work in certain science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(1), 64–90.

Al-Ahmad, L. (2013). *Taqwim Al'ada' Altadrisii Limuealimat Alfayzia' fi Almarhalat Alththanawiat Bimintaqat Alqsym fi Daw' Maeayir Aljawdat Alshshamila* 'Evaluation of the Teaching Performance of Physics Teachers in the Secondary Stage in Al-Qassim Region in Light of Comprehensive Quality Standards'. Master's Dissertation, College of Education, Qassim University, Qassim, Saudi Arabia. [in Arabic]

Al-Balushi, S. M. and Martin-Hansen, L. (2019). The development of students' justifications for their positions regarding two theoretical models: Electron cloud or sodium chloride crystal-After engaging in different learning activities. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(8), 1011–36.

Alduwsriu, A. and Alsiyd, A. (2018). Faeiliat bayyat taelimiat qayimat ealaa al'iinfujirafiik fi tanmiat almafahim alfiziayiyat ladaa talibat alsafi alththalith althaanawii bimadinat alrayad 'The effectiveness of an infographic-based educational environment in developing the physical concepts of third-grade secondary school students in Riyadh'. *Reading and Knowledge Journal,* **18**(202), 53–84. [in Arabic]

Aleinzi, A. and Aljabr, J. (2017). Tasawurat muelimiun aleulum fi almamlakat alearabiat alsaeudiat nahw tawajah aleulum waltaqniat walhindasat walriyadiat STEM waealaqatuha bibaed almutaghayirati 'Perceptions of science teachers in the Kingdom of Saudi Arabia towards STEM orientation and their relationship to some variables'. *Journal of the Faculty of Education in Asyut*, Egypt, **2**(33), 312–647. [in Arabic]

Al-khalili, K. Y.; Haydr, A. H. and Yunis, M. J. (1996). *Tadris Aleulum fi Marhalat Altaelim Aleami* 'Teaching Science in the General Education Stage'. Dubai: Dar Al Qalam. [in Arabic]

Almuhisin, E. and Khajaa, B. (2015). Altatwir almahniu limuelimi aleulum fi daw' aitijah takamul aleulum waltaqniat walhindasat walrayadiaat STEM 'Professional development for science teachers in light of the trend of integration of science, technology, engineering and mathematics (STEM)'. In: *Excellence in Teaching and Learning of Science and Mathematics First Conference "Science, Technology, Engineering and Mathematics Orientation*, King Saud University, 5-7/5/2015. [in Arabic]

Alozie, N. M., Grueber, D. J. and Dereski, M. O. (2012). Promoting 21st-century skills in the science classroom by adapting cookbook lab activities: the case of DNA extraction of wheat germ. *The american biology Teacher*, **74**(7), 485–9.

Alqahtani, A. S. (2017). Mieyar muqtarah litahkim albuhuth alnaweiat fi almanahij waturuq altadris 'A proposed standard for judging qualitative research in curricula and teaching methods'. *Journal of Educational Sciences*, **44**(4), 17–41. [in Arabic]

Alsahar, H. I. (2015). *Athar Aistikhdam 'Uslubii Al'aleab Walaeib Al'adwar fi Tanmiat Almafahim Aleilmiat Bimadat Aleulum ladaa Tullab Alsafi Alththalith Al'asasii* 'The Effect of Using the two Styles of Games and Role-Playing on the Development of Scientific Concepts in the Science Subject Among Third-grade Students. Master's Dissertation, The Islamic University, Gaza, Palestine. [in Arabic]

Al-tamimi, R. M. and Shatwi, G. D. (2017). Tabieat aleilm ladaa muelimi eulum almarhalat al'asasiat aleulya waealaqatih bimustawaa alfuhmi aleilmii lilqadaya aljadaliati 'The nature of science for teachers of the higher basic stage sciences and its relationship to the level of scientific understanding of controversial issues'. *Journal of Educational Sciences*, **44**(4), 69–82. [in Arabic]

Anastas, P. T. and Beach, E. S. (2009). *Changing the course of chemistry.* Washington, DC: ACS Symposium Series.

Apanasionok, M. M., Hastings, R. P., Grindle, C. F., Watkins, R. C., and Paris, A. (2019). Teaching science skills and knowledge to students with developmental disabilities: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(7), 847–80.

Arsad, N. M., Osman, K. and Soh, T. M. T. (2011). Instrument development for 21st century skills in Biology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, **n/a**(15), 1470-1474. Available at: https://doi.org/10.1016/j.sbspro. 2011.03.312 (accessed on 10/08/2020)

Arthurs, L. A. (2019). Undergraduate geoscience education research: Evolution of an emerging field of discipline-based education research. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(2), 118–40.

Bächtold, M. and Munier, V. (2019). Teaching energy in high school by making use of history and philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(6), 765–96.

Ban, K. and Kocijancic, S. (2011, September). Introducing topics on nanotechnologies to middle and high school curricula. In: *2nd World Conference on Technology and Engineering Education* (pp. 78-83), Ljubljana, *Slovenia*, 5-8/9/2011

Barcena, H., Tuachi, A. and Zhang, Y. (2017). Teaching green chemistry with epoxidized soybean oil. *Journal of Chemical Education*, **94**(9), 1314–18.

virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. *Journal of science education and technology,* **23**(6), 803–14.

Davidson, R. (2014). Using infographics in the science classroom. *The Science Teacher*, **81**(3), 34–9 .

Delgado-Rebolledo, R. and Zakaryan, D. (2020). Relationships Between the Knowledge of Practices in Mathematics and the Pedagogical Content Knowledge of a Mathematics Lecturer. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(3), 567–87.

Demirel, E. E. (2016). Basics and key principles of flipped learning: Classes upside down. *International Journal of Languages, Literature and Linguistics,* **2**(3), 109–12.

Donnelly, L. A. and Sadler, T. D. (2009). High school science teachers' views of standards and accountability. *Science Education*, **93**(6), 1050–75.

Donovan, L., Green, T. D. and Mason, C. (2014). Examining the 21st century classroom: Developing an innovation configuration map. *Journal of Educational Computing Research*, **50**(2), 161–78.

Dorfman, B. S. and Fortus, D. (2019). Students' self-efficacy for science in different school systems. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(8), 1037–59.

Drapeau, P. (2004). *Differentiated Instruction: Making It Work: A Practical Guide to Planning, Managing, and Implementing Differentiated Instruction to Meet the Needs of All Learners*. New York : Scholastic.

Duarte, R. C., Ribeiro, M. G. T. and Machado, A. A. (2017). Reaction scale and green chemistry: Microscale or macroscale, which is greener?. *Journal of Chemical Education*, **94**(9), 1255–64.

Dunleavy, M. and Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In: *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 735–45). NY, NY: Springer.

Duran, E., Yaussy, D. and Yaussy, L. (2011). Race to the future: Integrating 21st century skills into science instruction. *Science Activities*, **48**(3), 98–106.

Dziuban, C., Moskal, P., Parker, L., Campbell, M., Howlin, C. and Johnson, C. (2018). Adaptive Learning: A Stabilizing Influence across Disciplines and Universities. *Online Learning*, **22**(3), 7–39.

Eames, C. L., Barrett, J. E., Cullen, C. J., Rutherford, G., Klanderman, D., Clements, D. H., ... & Van Dine, D. W. (2020). Examining and developing fourth grade children's area estimation performance. *School Science and Mathematics*, **120**(2), 67–78.

El Mawas, N., Bratu, M., Caraman, D. and Muntean, C. H. (2019, March). Investigating the Learning Impact of Game-based Learning when Teaching Science to Children with Special Learning Needs. In: *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2371–7). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), Las Vegas, United States, 18/3/2019.

Elias, H. R., Ribeiro, A. J. and das Dores Savioli, A. M. P. (2020). Epistemological matrix of rational number: A look at the different meanings of rational numbers. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(2), 357–76.

Erdogan, N. and Stuessy, C. (2015). Examining the role of inclusive STEM schools in the college and career readiness of students in the United States: A multi-group analysis on the outcome of student achievement. *Educational Sciences: Theory and Practice*, **15**(6), 1517–29.

Esichaikul, V., Lamnoi, S. and Bechter, C. (2011). Student modelling in adaptive e-learning systems. *Knowledge Management and E-Learning: An International Journal*, **3**(3), 342–55.

Fiedler, D., Sbeglia, G. C., Nehm, R. H. and Harms, U. (2019). How strongly does statistical reasoning influence knowledge and acceptance of evolution? *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(9), 1183–206.

Flores, C. D., López, M. I. R. and Moore-Russo, D. (2020). Conceptualizations of slope in Mexican intended curriculum. *School Science and Mathematics*, **120**(2), 104–15.

Fortus, D., Kubsch, M., Bielik, T., Krajcik, J., Lehavi, Y., Neumann, K. and Touitou, I. (2019). Systems, transfer, and fields: Evaluating a new approach to energy instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(10), 1341–61.

Fu, G. and Clarke, A. (2019). Individual and collective agencies in China's curriculum reform: A case of physics teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(1), 45–63.

Fulmer, G. W., Tanas, J. and Weiss, K. A. (2018). The challenges of alignment for the Next Generation Science Standards. *Journal of Research in Science Teaching,* **55**(7), 1076–100.

Gao, J. (2020). Sources of Mathematics Self-Efficacy in Chinese Students: a Mixed-Method Study with Q-Sorting Procedure. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(4), 713–32.

Bayram-Jacobs, D., Henze, I., Evagorou, M., Shwartz, Y., Aschim, E. L., Alcaraz-Dominguez, S. and Dagan, E. (2019). Science teachers' pedagogical content knowledge development during enactment of socioscientific curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(9), 1207–33.

Beier, M. E., Kim, M. H., Saterbak, A., Leautaud, V., Bishnoi, S. and Gilberto, J. M. (2019). The effect of authentic project-based learning on attitudes and career aspirations in STEM. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(1), 3–23.

Bellocchi, A. (2019). Early career science teacher experiences of social bonds and emotion management. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(3), 322–47.

Best, J. and D, A. (2014). *Next Generation Science Standards: Considerations for Curricula, Assessments, Preparation, and Implementation Northwest Evaluation Association, McREL International*. Available at: https://eric.ed.gov/?id=ED557608 (accessed on 10/07/2020)

Block, N. C. (2020). Evaluating the efficacy of using sentence frames for learning new vocabulary in science. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(3), 454–78.

Blonder, R. (2010). The influence of a teaching model in nanotechnology on chemistry teachers' knowledge and their teaching attitudes. *Journal of Nano Education*, **2**(1-2), 67–75.

Boda, P. A. and Brown, B. (2020). Priming urban learners' attitudes toward the relevancy of science: A mixed-methods study testing the importance of context. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(4), 567–96.

Boesdorfer, S. B. and Staude, K. D. (2016). Teachers' practices in high school chemistry just prior to the adoption of the Next Generation Science Standards. *School Science and Mathematics*, **116**(8), 442–58.

Brinson, J. R. (2017). A further characterization of empirical research related to learning outcome achievement in remote and virtual science labs. *Journal of Science Education and Technology*, **26**(5), 546–60.

Brunner, J. L. and Abd-El-Khalick, F. (2020). Improving nature of science instruction in elementary classes with modified science trade books and educative curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(2), 154–83.

Burkett, V. C. and Smith, C. (2016). Simulated vs. hands-on laboratory position paper. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, **20**(9), 8–24.

Burns, E. C., Martin, A. J. and Collie, R. J. (2019). Examining the yields of growth feedback from science teachers and students' intrinsic valuing of science: Implications for student-and school-level science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(8), 1060–82.

Chao, J., Chiu, J. L., DeJaegher, C. J. and Pan, E. A. (2016). Sensor-augmented virtual labs: Using physical interactions with science simulations to promote understanding of gas behavior. *Journal of Science Education and Technology*, **25**(1), 16–33.

Chesnutt, K., Gail Jones, M., Corin, E. N., Hite, R., Childers, G., Perez, M. P. and Ennes, M. (2019). Crosscutting concepts and achievement: Is a sense of size and scale related to achievement in science and mathematics*?. Journal of Research in Science Teaching*, **56**(3), 302–21.

Christensen, R. and Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, **3**(1), 1–13.

Cohen, R. and Kelly, A. M. (2020). Mathematics as a factor in community college STEM performance, persistence, and degree attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(2), 279–307.

Cook, K., Bush, S., Cox, R. and Edelen, D. (2020). Development of elementary teachers' science, technology, engineering, arts, and mathematics planning practices. *School Science and Mathematics*, **120**(4), 197–208.

Council on Competitiveness. (2005). *Innovate America: National .innovation initiative summit and report*. Washington, DC: Author.

Cunningham, C. M., Lachapelle, C. P., Brennan, R. T., Kelly, G. J., Tunis, C. S. A. and Gentry, C. A. (2020). The impact of engineering curriculum design principles on elementary students' engineering and science learning. *Journal of Research in Science Teaching,* **57**(3), 423–53.

Curry Jr, K. W., Spencer, D., Pesout, O. and Pigford, K. (2020). Utility value interventions in a college biology lab: The impact on motivation. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(2), 232–52.

Cuzzolino, M. P., Grotzer, T. A., Tutwiler, M. S. and Torres, E. W. (2019). An agentive focus may limit learning about complex causality and systems dynamics: A study of seventh graders' explanations of ecosystems. *Journal of Research in Science Teaching,* **56**(8), 1083–105.

Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M. and Hopkins, J. (2014). Are

Ibrahim, R. (2017). Athar barnamaj taelimiin fi aleulum qayim ealaa taqniat alanfujrafik fi aiktisab almafahim aleilmiat watanmiat maharat altafkir albusraa walqabiliat lilaistikhdam ladaa altalamidh almueaqin sameiaan fi almarhalat alaibtidayiyati 'The impact of an educational program in science based on infographic technology in the acquisition of scientific concepts and the development of visual thinking skills and the usability of the hearing-impaired students in the primary stage'. *Journal of Education*, Al-Azhar University, **175**(3), 340–411. [in Arabic]

Isabelle, A. (2017). STEM is elementary: Challenges faced by elementary teachers in the era of the next generation science standards. *Educational Forum*, **81**(1), 83–91 .

Ismaeil, F. A. (2010). *Mustawaa Fahum Muelimiu Aleulum Jawl Tabieat Aleilm Wafilasifatih Fi Daw' Bed Almutaghayirat* 'The Level of Understanding of Science Teachers Gul the Nature of Science and its Philosophy In Light of Some Variables'. Master's Dissertation, Al-Quds University. [in Arabic]

Ismaeil, H. (2017). Athar 'anshitat 'iithrayiyatan fi alkimia' qayimatan ealaa madkhal aleulum waltiknulujia walhindasat walriyadiaat STEM fi tanmiat alwaey bialmahini aleilmiat walmuyawil almihniat litalab almarhalat alththanawiat dhwy aistiratijiaat altaelim aleamiq 'The impact of enriching activities in chemistry based on the STEM approach in developing awareness of scientific careers and professional tendencies of high school students with deep learning strategies. *Journal of Scientific Education*, Egyptian Society for Scientific Education, **2**(20), 1–56. [in Arabic]

Ivars, P., Fernández, C. and Llinares, S. (2020). A learning trajectory as a scaffold for pre-service teachers' noticing of students' mathematical understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(3), 529–48.

Jafer, Y. J. (2020). Assessing Kuwaiti Pre-service Science Teachers' Greenhouse Effect Perceptions and Misconceptions. International *Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(4), 657–67.

Jeffries, D., Curtis, D. D. and Conner, L. N. (2020). Student factors influencing STEM subject choice in year 12: A structural equation model using PISA/LSAY data. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(3), 441–61.

Jonte'C, T., Rizzo, K. L., Hwang, J. and Hill, D. (2020). A review of research on science instruction for students with autism spectrum disorder. *School Science and Mathematics*, **120**(2), 116–25.

Kennedy, S. A. (2016). Design of a dynamic undergraduate green chemistry course. *Journal of Chemical Education*, **93**(4), 645–9.

King, N. S. and Pringle, R. M. (2019). Black girls speak STEM: Counterstories of informal and formal learning experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(5), 539–69.

Lamb, G. R., Polman, J. L., Newman, A. and Smith, C. G. (2014). Science news infographics: Teaching students to gather, interpret, and present information graphically. *The Science Teacher*, **81**(3), 25.

Lane, A. K., Hardison, C., Simon, A. and Andrews, T. C. (2019). A model of the factors influencing teaching identity among life sciences doctoral students. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(2), 141–62.

Lane, C. and Ríordáin, M. N. (2020). Out-of-field mathematics teachers' beliefs and practices: An examination of change and tensions using Zone theory. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(2), 337–55.

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S. and Buntting, C. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(4), 486–515.

Lee, S. W. and Mamerow, G. (2019). Understanding the role cumulative exposure to highly qualified science teachers plays in students' educational pathways. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(10), 1362–83.

Leuchter, M. and Naber, B. (2019). Studying children's knowledge base of one-sided levers as force amplifiers. *Journal of Research in Science Teaching,* **56**(1), 91–112.

Lim, W., Lee, J. E., Tyson, K., Kim, H. J. and Kim, J. (2020). An Integral Part of Facilitating Mathematical Discussions: Follow-up Questioning. *International Journal of Science and Mathematics Education,* **18**(2), 377–98.

Lindfors, M., Bodin, M. and Simon, S. (2020). Unpacking students' epistemic cognition in a physics problem-solving environment. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(5), 695–732.

Liu, M., Kang, J., Zou, W., Lee, H., Pan, Z. and Corliss, S. (2017). Using data to understand how to better design adaptive learning. *Technology, Knowledge and Learning*, **22**(3), 271–98.

Lotter, C., Yow, J. A., Lee, M., Zeis, J. G. and Irvin, M. J. (2020). Rural teacher

Gebre, E. (2018). Learning with multiple representations: Infographics as cognitive tools for authentic learning in science literacy. *Canadian Journal of Learning and Technology*, **44**(1), 1–24.

Gebre, E. H. and Polman, J. L. (2016). Developing young adults' representational competence through infographic-based science news reporting. *International Journal of Science Education*, **38**(18), 2667–87.

Gibbons, R. E. and Raker, J. R. (2019). Self-beliefs in organic chemistry: Evaluation of a reciprocal causation, cross-lagged model. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(5), 598–618.

Gillespie Rouse, A. and Rouse, R. (2019). Third graders' use of writing to facilitate learning of engineering concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(10), 1406–30.

Glassmeyer, D., Smith, A. and Gardner, K. (2020). Developing teacher content understanding by integrating pH and logarithms concepts. *School Science and Mathematics*, **120**(3), 165–74.

Goff, E. E., Mulvey, K. L., Irvin, M. J. and Hartstone-Rose, A. (2018). Applications of augmented reality in informal science learning sites: A review. *Journal of Science Education and Technology*, **27**(5), 433–47.

González-Howard, M. and McNeill, K. L. (2019). Teachers' framing of argumentation goals: Working together to develop individual versus communal understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(6), 821-844.

Goudsouzian, L. K., Riola, P., Ruggles, K., Gupta, P. and Mondoux, M. A. (2018). Integrating cell and molecular biology concepts: Comparing learning gains and self-efficacy in corresponding live and virtual undergraduate laboratory experiences. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, **46**(4), 361–72.

Granger, E. M., Bevis, T. H., Southerland, S. A., Saka, Y. and Ke, F. (2019). Examining features of how professional development and enactment of educative curricula influences elementary science teacher learning. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(3), 348–70.

Gresch, H. and Martens, M. (2019). Teleology as a tacit dimension of teaching and learning evolution: A sociological approach to classroom interaction in science education. *Journal of Research in Science Teaching,* **56**(3), 243–69.

Hagevik, R., Veal, W., Brownstein, E. M., Allan, E., Ezrailson, C. and Shane, J. (2010). Pedagogical content knowledge and the 2003 science teacher preparation standards for NCATE accreditation or state approval. *Journal of Science Teacher Education*, **21**(1), 7–12.

Hamdan, A. (2020). Recent trends in curriculum and teaching methods in science education. *Natural Science Education,* **17**(2), 24–43.

Hammadat, A. (2017). Athar aistikhdam tatbiqat alwaqie almueazaz ealaa al'ajhizat alniqalat fi tanmiat altahsil wamaharat altafkir al'iibdaeii ladaa talamidh alsaf alrrabie alaibtidayiy. 'The effect of using augmented reality applications on mobile devices on developing the achievement and creative thinking skills of fourth grade students'. *Educational Technology Studies and Research*, Arab Society for Educational Technology, **n/a**(34), 259–318. [in Arabic]

Hasaanin, B. (2016). Maeayir aleulum liljil alqadim 'Science standards for the next generation'. *The Educational Journal*, Egypt, **n/a**(46), 398–439. [in Arabic]

Hawley, P. H. and Sinatra, G. M. (2019). Declawing the dinosaurs in the science classroom: Reducing Christian teachers' anxiety and increasing their efficacy for teaching evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(4), 375–401.

He, L., Zhou, G., Salinitri, G. and Xu, L. (2019). Female Underrepresentation in STEM Subjects: An Exploratory Study of Female High School Students in China. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **16**(1), 1–13.

Helenthal, M. (2010). *Nanotechnology Seeps into Class, Commercial-News*. Available at: http://www.commercial-news.com (accessed on 10/12/2020)

Heyborne, W. H. and Perrett, J. J. (2016). To flip or not to flip? Analysis of a flipped classroom Pedagogy in a general biology course. *Journal of College Science Teaching*, **45**(4), 31–7.

Hingant, B. and Albe, V. (2010). Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching in secondary education: A review of literature. *Studies in Science Education*, **46**(2), 121–52.

Höft, L., Bernholt, S., Blankenburg, J. S. and Winberg, M. (2019). Knowing more about things you care less about: Cross-sectional analysis of the opposing trend and interplay between conceptual understanding and interest in secondary school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(2), 184–210.

Honey, M.; Pearson, G.; Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and on a Genda for Research*. Washington: National Academic.

impact on the cognitive drive and the direction towards it' In The Fourth and Second International Scientific Conference: Qualitative Education: Challenges of the Present and Visions of the Future, *Faculty of Specific Education, Ain Shams University*, **4**(3), 860–918. [in Arabic]

Omar, A. M. E. (2016). Faeiliatan 'iistratijiat muqtarahat qayimat ealaa alainfujrafik fi aiktisab almafahim aleilmiat watanmiat maharat altafkir albasrii walaistimtae bitaelam aleulum ladaa talamidh alsafi alkhamis alaibtidayiyi 'The effectiveness of a suggested strategic infographic in acquiring scientific concepts, developing visual thinking skills, and enjoying science learning among fifth-grade students'. *Journal of Scientific Education*, **4**(19), 207–68. [in Arabic]

Overman, M., Vermunt, J. D., Meijer, P. C. and Brekelmans, M. (2019). Teacher–student negotiations during context-based chemistry reform: A case study. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(6), 797–820.

Peel, A., Sadler, T. D. and Friedrichsen, P. (2019). Learning natural selection through computational thinking: Unplugged design of algorithmic explanations. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(7), 983–1007.

Peters-Burton, E. (2020). The power of computational thinking in STEM education. *School Science and Mathematics*, **120**(3), 127–8.

Plotz, T. (2019). Are Concept Maps a Valid Measurement Tool for Conceptual Learning? A Cross-case Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **16**(1), 1–22.

Premo, J., Cavagnetto, A., Honke, G. and Kurtz, K. J. (2019). Categories in conflict: Combating the application of an intuitive conception of inheritance with category construction. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(1), 24–44.

Raker, J. R., Gibbons, R. E. and Cruz-Ramírez de Arellano, D. (2019). Development and evaluation of the organic chemistry-specific achievement emotions questionnaire (AEQ-OCHEM). *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(2), 163–83.

Redmond, P. and Gutke, H. (2020). STEMming the flow: Supporting females in STEM. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(2), 221–37.

Rodriguez, L. S., Morzillo, A., Volin, J. C. and Campbell, T. (2020). Conservation science and technology identity instrument: Empirically measuring STEM identities in informal science learning programs. *School Science and Mathematics*, **120**(4), 244–57.

Ronen, I. K. (2020). Empathy Awareness Among Pre-service Teachers: the Case of the Incorrect Use of the Intuitive Rule "Same A–Same B". *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(1), 183–201.

Rott, B. (2019). Measuring teachers' beliefs: A comparison of three different approaches. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **16**(1), 1–16.

Ryoo, K. and Bedell, K. (2019). Supporting linguistically diverse students' science learning with dynamic visualizations through discourse-rich practices. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(3), 270–301.

Salmi, H., Thuneberg, H. and Vainikainen, M. P. (2017). Making the invisible observable by Augmented Reality in informal science education context. *International Journal of Science Education*, **7**(3), 253–268.

Samili, Y. (2017). Madaa tuafir almaeayir almihniat fi majal tadris aleulum ladaa muelimi almarhalat alaibtidayiyat fi muhafazat samitat bimintaqat jazan 'The extent of availability of professional standards in the field of science education among elementary school teachers in Samta Governorate, Jizan Region'. *Arab Studies in Education and Psychology*, Arab Educators Association, **n/a**(89), 311–28. [in Arabic]

Samon, S. and Levy, S. T. (2020). Interactions between reasoning about complex systems and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(1), 58–86.

Sasmaz Oren, F., Ormanci, U. and Evrekli, E. (2011). The Science and Technology Pre-Service Teachers' Self-Efficacy Levels and Opinions about Alternative Assessment and Evaluation Approaches. *Educational Sciences: Theory and Practice*, **11**(3), 1690–8.

Serin, G. (2015). Alternative assessment practices of a classroom teacher: Alignment with reform-based science curriculum. Eurasia *Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **11**(2), 277–97.

Shaby, N., Ben-Zvi Assaraf, O. and Tal, T. (2019). An examination of the interactions between museum educators and students on a school visit to science museum. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(2), 211–39.

Shaeban, M. M. (2014). *Athar Tawzif Namudhaj Mirl Wayansun Fi Tanmiat Almafahim Aleilmiat Waeamaliat Aleilm Fi Aleulum Ladaa Tullab Alsafi Alrrabie Al'asasii* 'The Effect of Employing Merle and Winson's Model on The Development of Scientific Concepts and Processes of Science in Science Among Fourth-Grade Students. Master's leadership in science and mathematics. *School Science and Mathematics*, **120**(1), 29–44.

Lou, A. J. and Jaeggi, S. M. (2020). Reducing the prior-knowledge achievement gap by using technology-assisted guided learning in an undergraduate chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(3), 368–92.

Luft, J. A., Dubois, S. L., Nixon, R. S. and Campbell, B. K. (2015). Supporting newly hired teachers of science: Attaining teacher professional standards. *Studies in Science Education*, **51**(1), 1–48.

Maeng, J. L. (2017). Using technology to facilitate differentiated high school science instruction. *Research in Science Education*, **47**(5), 1075–99.

Manahan, S. (2006). *Green Chemistry and the Ten Commandments of Sustainability. Columbia*, USA: Chem Char Research, Inc.

Marco-Bujosa, L. M., McNeill, K. L. and Friedman, A. A. (2020). Becoming an urban science teacher: How beginning teachers negotiate contradictory school contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(1), 3–32.

Marteel-Parrish, A. E. (2014). Teaching green and sustainable chemistry: a revised one-semester course based on inspirations and challenges. *Journal of Chemical Education*, **91**(7), 1084–6.

Martin, J. P., Choe, N. H., Halter, J., Foster, M., Froyd, J., Borrego, M. and Winterer, E. R. (2019). Interventions supporting baccalaureate achievement of Latinx STEM students matriculating at 2-year institutions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(4), 440–64.

Maryland State Department of Education Office of STEM Initiatives. (2012). *Maryland State STEM Standards of Practice Framework Grades 6-12.* Available at: http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/academies/MDSTEM_Framework_Grades6-12.pdf (accessed on 05/08/2020)

Matar, N. (2014). Multi-Adaptive Learning Objects Repository Structure Towards Unified E-learning. *International Arab Journal of e-Technology*, **3**(3), 129–37.

Matuk, C., Zhang, J., Uk, I. and Linn, M. C. (2019). Qualitative graphing in an authentic inquiry context: How construction and critique help middle school students to reason about cancer. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(7), 905–36.

Mazur, A., Brown, B. and Jacobsen, M. (2015). Learning Designs using Flipped Classroom Instruction. *Canadian Journal of Learning and Technology*, **41**(2), 1–26.

McMahon, D. D., Cihak, D. F., Wright, R. E. and Bell, S. M. (2016). Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. *Journal of Research on Technology in Education*, **48**(1), 38–56.

Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A. and Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, **10**(6), 549–59.

MSTe Project (2001). *Integrating Mathematics, Science, and Technology in the Elementary Schools*. Implementation and Resource Guide. Stony Brook, NY: SUNY-Stony Brook.

Mustafaa, M. (2014). Ahamiyat almafahim aleilmiat fi tadris aleulum wasueubat tuelimiha 'The importance of scientific concepts in science teaching and the learning difficulties'. *Journal of Social Studies and Research*, **n/a**(8), 88–108. [in Arabic]

National Science Teachers Association (2011). *NSTA Position Statement: Quality Science Education and 21st Century Skills*. Available at: http://science.nsta.org/nstaexpress/PositionStatement Draft_ 21st Century Skills.pdf. (accessed on 02/08/2020)

Navy, S. L., Nixon, R. S., Luft, J. A. and Jurkiewicz, M. A. (2020). Accessed or latent resources? Exploring new secondary science teachers' networks of resources. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(2), 184–208.

Nehring, A. (2020). Naïve and informed views on the nature of scientific inquiry in large-scale assessments: Two sides of the same coin or different currencies? *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(4), 510–35.

Ng, W. (2014). Flipping the science classroom: Exploring merits, issues and pedagogy. *Teaching Science*, **60**(3), 16–27.

Nixon, R. S., Smith, L. K. and Sudweeks, R. R. (2019). Elementary teachers' science subject matter knowledge across the teacher career cycle. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(6), 707–31.

Oh, J. C., Lee, J. H., Kim, J. A. and Kim, J. H. (2012). Development and application of STEAM based education program using scratch-Focus on 6th graders' science in elementary school. *The Journal of Korean association of computer education*, **15**(3), 11–23.

Omar, A. (2017). Damj tuknulujiaa alwaqie almueazaz fi siaq alkitab almadrasii wa'athrah fi alddafie almuerifii walaitijah nahwahu 'Integration of augmented reality technology in the context of the textbook and its

Course. *Journal of Chemical Education*, **95**(8), 1301–6.

Toma, R. B., Greca, I. M. and Orozco Gómez, M. L. (2019). Attitudes towards science and views of nature of science among elementary school students in terms of gender, cultural background and grade level variables. *Research in Science and Technological Education,* **37**(4), 492–515.

Trybula, W., Fazarro, D. E. and Kornegay, A. (2009). The emergence of nanotechnology: Establishing the new 21st century workforce. *Online Journal for Workforce Education and Development*, **3**(4), 1–10.

Uwbari, A. (2015). *Ma Hi Taqniat Alwaqie Almueazaz? W Ma Hi Tatbiqatuha Fi Altaelim?. Taelim Jaded* 'What is Augmented Reality Technology? and What are its Applications in Education? New Education'. Available at: https://www.new-educ.com/ (accessed on 9/ 1/ 2020) [in Arabic]

Vale, C., Campbell, C., Speldewinde, C. and White, P. (2020). Teaching Across Subject Boundaries in STEM: Continuities in Beliefs about Learning and Teaching. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(3), 463–83.

Vallera, F. L. and Bodzin, A. M. (2020). Integrating STEM with AgLIT (agricultural literacy through innovative technology): The efficacy of a project-based curriculum for upper-primary students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(3), 419–39.

van Aalderen-Smeets, S. I., Walma van der Molen, J. H. and Xenidou-Dervou, I. (2019). Implicit STEM ability beliefs predict secondary school students' STEM self-efficacy beliefs and their intention to opt for a STEM field career. *Journal of research in science teaching*, **56**(4), 465–85.

Veal, W. R. and Allan, E. (2014). Understanding the 2012 NSTA science standards for teacher preparation. *Journal of Science Teacher Education,* **25**(5), 567–80.

Vebrianto, R., Rery, R. U. and Osman, K. (2016). BIOMIND portal for developing 21st century skills and overcoming students' misconception in biology subject. *International Journal of Distance Education Technologies (IJDET*), **14**(4), 55–67.

Wang, Y. L. and Tsai, C. C. (2020). An investigation of Taiwanese high school students' basic psychological need satisfaction and frustration in science learning contexts in relation to their science learning self-efficacy. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(1), 43–59.

Webb, D. L. and LoFaro, K. P. (2020). Sources of engineering teaching self-efficacy in a STEAM methods course for elementary preservice teachers. *School Science and Mathematics*, **120**(4), 209–19.

Webb, S. and Shores, M. L. (2020). Girls rock STEM. *School Science and Mathematics*, **120**(4), 195–6.

Wendell, K. B., Swenson, J. E. and Dalvi, T. S. (2019). Epistemological framing and novice elementary teachers' approaches to learning and teaching engineering design. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(7), 956–82.

Wheeler, L. B., Navy, S. L., Maeng, J. L. and Whitworth, B. A. (2019). Development and validation of the Classroom Observation Protocol for Engineering Design (COPED). *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(9), 1285–305.

Whelan, F. J., Waddell, B., Syed, S. A., Shekarriz, S., Rabin, H. R., Parkins, M. D. and Surette, M. G. (2020). Culture-enriched metagenomic sequencing enables in-depth profiling of the cystic fibrosis lung microbiota. *Nature Microbiology*, **5**(2), 379–90.

Wilcox, J., Kruse, J. W. and Clough, M. P. (2015). Teaching science through inquiry. *The Science Teacher*, **82**(6), 62.

Wilkie, K. J. (2020). Investigating students' attention to covariation features of their constructed graphs in a figural pattern generalisation context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(2), 315–36.

Wualbart, L. (2001). *Tabieat Aleilm Ghyr Altabieiati* 'The Unnatural Nature of Science'. Cairo: Supreme Council of Culture Press. [in Arabic]

Yang, R., Porter, A. C., Massey, C. M., Merlino, J. F. and Desimone, L. M. (2020). Curriculum based teacher professional development in middle school science: A comparison of training focused on cognitive science principles versus content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, **57**(4), 536–66.

Yildirim, B. and Türk, C. (2018). Opinions of secondary school science and mathematics teachers on STEM education. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, **10**(1), 52–60.

Zohar, A. R. and Levy, S. T. (2019). Students' reasoning about chemical bonding: The lacuna of repulsion. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(7), 881–904.

Dissertation, College of Education, Islamic University of Medinah, Medinah, Saudi Arabia. [in Arabic]

Shaltawt, M. (2014). *Fin Al'iinfujrafik Bayn Altashwiq Waltahfiz Ealaa Altaelum*. 'Infographic art Between Excitement and Motivation to Learn'. E-Learning Unit, Mansoura University. E-Learning Journal 13. Available at: http://emag.mans.edu.eg/index.php?sessionID=33&page=news&task=show&id=422 (accessed on 5/ 7/2020) [in Arabic]

She, H. C., Lin, H. S. and Huang, L. Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(10), 1309–40.

Shelle, G., Earnesty, D., Pilkenton, A. and Powell, E. (2018). Adaptive learning: An innovative method for online teaching and learning. *Journal of Extension*, **56**(5),1–8.

Short, S. D., Lastrapes, K. A., Natale, N. E. and McBrady, E. E. (2019). Rational engagement buffers the effect of conservatism on one's reported relevance of the theory of evolution. *Journal of Research in Science Teaching,* **56**(10), 1384–405.

Skonchal, C. (2011). *The Development of An Epistemic Platform Nanoscience and Nanotechnology With a Computer Game for Level 4 Students*. PhD Thesis, Srinakharinwiot University, Bangkok, Thailand.

Smiciklas, M. (2012). *The Power of Infographics. Using Pictures to communicate and Connect With your Audiences*. Que, United States of America: Pearson Education, Inc.

Sondergeld, T. A., Provinzano, K. and Johnson, C. C. (2020). Investigating the impact of an urban community school effort on middle school STEM-related student outcomes over time through propensity score matched methods. *School Science and Mathematics*, **120**(2), 90–103.

Sorge, S., Keller, M. M., Neumann, K. and Möller, J. (2019). Investigating the relationship between pre-service physics teachers' professional knowledge, self-concept, and interest. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(7), 937–55.

Squires, D. R. (2014). M-Learning: Implications in Learning Domain Specificities, Adaptive Learning, Feedback, Augmented Reality, and the Future of Online Learning. *Journal of Educational Technology,* **11**(3), 1–8.

Srinivasan, S., Gibbons, R. E., Murphy, K. L. and Raker, J. (2018). Flipped classroom use in chemistry education: results from a survey of postsecondary faculty members. *Chemistry Education Research and Practice*, **19**(4), 1307–18.

Staus, N. L., Lesseig, K., Lamb, R., Falk, J. and Dierking, L. (2020). Validation of a measure of STEM interest for adolescents. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **18**(2), 279–93.

Steegh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M. and Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, **56**(10), 1431–60.

Sualihat, M. and Dawid, Y. (2018). Athr 'iistratijiat alqias fi taelam almafhum ladaa talibat alsafi alththani al'asasii fi madat aleulum 'The effect of the measurement strategy on concept learning among second-grade students in science'. *An-Najah University Journal*, **32**(8), 1452–82. [in Arabic]

Subramanian, R. and Marsic, I. (2001, April). ViBE: Virtual biology experiments. In: *Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web* (pp. 316-325), Association for Computing Machinery, New York, NY, United States, 29/09/2020.

Sulayman, K. (2017). Almumarasat altadrisiat limuelimi aleulum bialmarhalat alththanawiat fi daw' madkhal altakamul bayn aleulum waltiknulujia walhindasat walriyadiat STEM. 'Teaching practices of high school science teachers in light of the STEM integration approach'. *Journal of Scientific Education, Egyptian Society for Scientific Education*, **8**(20), 67–107. [in Arabic]

Takeuchi, H. and Shinno, Y. (2020). Comparing the lower secondary textbooks of Japan and England: a praxeological analysis of symmetry and transformations in Geometry. *International Journal of Science and Mathematics Education,* **18**(4), 791–810.

Taljaard, J. (2016). A Review of Multi-Sensory Technologies in a Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (STEAM) Classroom. *Journal of Learning Design*, **9**(2), 46–55.

Tarng, W., Change, M. Y., Ou, K. L., Chang, Y. W. and Liou, H. H. (2008). The development of a virtual marine museum for educational applications. *Journal of Educational Technology Systems*, **37**(1), 39–59.

Timmer, B. J., Schaufelberger, F., Hammarberg, D., Franzén, J., Ramström, O. and Dinér, P. (2018). Simple and Effective Integration of Green Chemistry and Sustainability Education into an Existing Organic Chemistry