



مجلة العلوم التربوية

مدخل STEAM في تدريس العلوم وعلاقته بالمفاهيم الحياتية والتفكير المنتج

إعداد

أ.د/ عبدالرحيم أحمد أحمد سلامه

أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم

كلية التربية بقنا - جامعة جنوب الوادي

أ/ هدى جبريل أحمد محمد

المدرس المساعد بقسم المناهج وطرق التدريس

كلية التربية بقنا - جامعة جنوب الوادي

أ.م.د/ شيرين مرقس مصرى قديس

أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم المساعد

كلية التربية بقنا - جامعة جنوب الوادي

أ.م.د/ سعاد محمد مغربى أحمد

أستاذ مناهج وطرق تدريس العلوم المساعد المتفرغ

كلية التربية بقنا - جامعة جنوب الوادي

المستخلص:

يتناول هذا المقال عدة تعريفات لمدخل STEAM في تدريس العلوم تتفق جميعها على أنه مدخل تعليمي قائم على فلسفة التكامل بين عدة تخصصات والدمج بينها في بناء تعليمي واحد من أجل تنمية مجموعة من المهارات اللازمة للقرن الحادي والعشرين من أجل إعداد القوى العاملة المناسبة لشغل وظائفه، كما يتناول هذا المقال مرحلة الانتقال من STEM إلى STEAM، والأسس التي يقوم عليها هذا المدخل المتمثلة في التكامل بين فروع العلم المتمثلة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات والتنوع في بيئة التعلم ما بين داخل المدرسة وخارجها والاعتماد على التدريبات العملية وإتباع نظام التقويم المستمر المعتمد على الأداء ، كما يتناول أهداف هذا المدخل التي منها تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى التلاميذ و تنمية قدراتهم الذهنية والابتكارية وإعدادهم لسوق العمل من أجل قيادة الاقتصاد العالمي، والاستراتيجيات المستخدمة فيه، والتي منها التعلم بالمشروعات والعصف الذهني وحل المشكلات، كما يوضح علاقة مدخل STEAM بالمفاهيم الحياتية والتفكير المنتج.

الكلمات المفتاحية: مدخل STEAM - المفاهيم الحياتية - التفكير المنتج.

Abstract:

This article discusses several definitions of the STEAM approach to teaching science, all of which agree that it is an educational approach based on the philosophy of integration between several disciplines and combining them into one educational structure in order to develop a set of skills necessary for the twenty-first century in order to prepare the appropriate workforce to fill its jobs. It also discusses This article is the transition stage from STEM to STEAM, and the foundations upon which this approach is based are the integration between the branches of science represented by science, technology, engineering, arts, and mathematics, diversification of the learning environment between inside and outside the school, reliance on practical exercises, and following the continuous performance-based evaluation system, as well as It addresses the objectives of this entrance, which include developing twenty-first century skills among students, developing their mental and innovative abilities, and preparing them for the labor market in order to lead the global economy, and the strategies used in it, including project learning, brainstorming, and problem solving. It also explains the relationship of the STEAM entrance to life concepts and productive thinking.

Keywords: STEAM introduction - life concepts - productive thinking.

مقدمة:

يشهد العصر الحالي العديد من التطورات في كافة المناح العلمية والتكنولوجية والثقافية والتي تؤثر بشكل مباشر على المجتمع، وكل دولة تتخذ وضعها من الريادة والتقدم من خلال ما تمتلكه قوتها العاملة من مهارات وخبرات تمكنها من مواجهة تحديات العصر الحالي وزيادة تقدمها، وذلك لن يتم إلا من خلال توافر مهارات القرن الحادي والعشرين والتي من أهمها المفاهيم الحياتية والتفكير المنتج، مما يستوجب من النظم التربوية ضرورة تطوير أهدافها وتوفير البيئة التعليمية المناسبة بكل مكوناتها، ومنها استخدام برامج ونماذج ومداخل واستراتيجيات فاعلة في هذا الصدد، ومنها مدخل التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات (STEAM).

ماهية مدخل STEAM:

تعددت تعريفات مدخل STEAM، وهذا بعضاً منها: يُعرّف مدخل STEAM بأنه عبارة

عن:

- دمج الفن مع STEM باستخدام المواد الإبداعية وأنشطة التفكير العليا (Sousa, Pilecki, 2018:68).
- تكامل الفنون مع العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال المشاركة الإبداعية والمشاريع القائمة على التعلم الحقيقي (Henriksen, 2017: 1).
- دمج الفنون والعلوم الإنسانية إلى المجالات الأربعة المتضمنة في مدخل STEM الذي يشمل على العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (Xun, Dirk, Michael 2015:5)
- مدخل تعليمي يدمج محتوى ومهارات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات من خلال مجموعة من السلوكيات المعتمدة على المشاركة والاستفسار والتفكير المنطقي، وتطوير المهارات الحياتية من أجل إعداد قوى عاملة تتناسب مع القرن الحالي (STEM Maryland, 2012: 4).
- دمج الفنون مع مجالات العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات بحيث تتكامل تلك المجالات مع المعايير الفنية بمختلف أقسامها مثل الرسم والتمثيل والأعمال اليدوية والكتابة الإبداعية والطباعة وغيرها، بكل سلاسة من أجل تحقيق خبرات تعلم متكاملة (عدنان محمد القاضي، ٢٠١٩: ٩).

يتضح من التعريفات السابقة لمدخل STEAM أنها تتفق جميعها في تعريفه بأنه مدخل تعليمي قائم على فلسفة التكامل بين عدة تخصصات والدمج بينها في بناء تعليمي واحد من أجل تنمية مجموعة من المهارات اللازمة للقرن الحادي والعشرين من أجل إعداد القوى العاملة المناسبة لشغل وظائفه.

الانتقال من STEM إلى STEAM:

كان أول ظهور لمصطلح (STEM) في علم ١٩٩٠ على عن طريق مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية، وهي مؤسسة حكومية تدعم إجراء الأبحاث والتعليم في مجالي العلوم والهندسة، ومصطلح STEM اختصار لأربعة تخصصات هي: العلوم وتعني القدرة على تطبيق المعرفة العلمية من أجل فهم العالم الطبيعي، والتكنولوجيا وتعني أحد فروع المعرفة الذي يتعامل مع إنشاء واستخدام التقنية وتأثيرها على المجتمع والبيئة، والهندسة وتعني التطبيق العملي للعلوم البحتة، والقدرة على التصميم الهندسي كما هو الحال في بناء الجسور والمباني والمصانع والمحركات، والرياضيات وتعني القدرة على إدراك وتحليل الأفكار في صورة رمزية مجردة وصياغة وحل المشكلات (Wihte, 2014: 4).

ثم أُضيف إليها مجال الفنون والعلوم الإنسانية Arts ليصبح المدخل التكاملي STEAM، وتمثل الفنون Arts في تعليم STEAM الفنون البصرية والتاريخ والدراسات الاجتماعية والفنون الجميلة والفنون الفيزيائية والموسيقى، وتتمثل في استخدام الخيال والإبداع من أجل تطوير المهارات الأساسية في العلوم والتكنولوجيا والرياضيات والهندسة، وتنمية القدرة على التكيف والإنتاجية والابتكار والمسؤولية وتعزيز المرونة من أجل النجاح في أي مجال من مجالات الدراسة، كما أنها تحفز مهارات التفكير والمشاركة الفعالة، كذلك يعمل دمج الفن مع STEM على تحسين الأداء الأكاديمي وتنمية مهارات اتخاذ القرار وزيادة المهارات الحركية. (sprout School Supplies, 2019).

من العرض السابق يتضح الدور الكبير الذي تلعبه الفنون في مدخل STEAM من أجل تصميم المنهج المتكامل وتحقيق أقصى استفادة منه، ودورها الواضح في تنمية مهارات التلاميذ وتحسين القدرات الابتكارية لديهم، كما أنها تزيد من شغف التلاميذ اللذين يعزفون عن دراسة العلوم والرياضيات من خلال تقديمها بشكل فني مما يثير لديهم الرغبة والتشويق، ويزيد من ثقتهم بأنفسهم،

وتوظيف الإبداع لديهم، مما يجعلها إضافة تربوية إبداعية داعمة لمدخل STEM حتى يحقق أهدافه بشكل متكامل.

الأسس التي يقوم عليها مدخل STEAM في تدريس العلوم: -

يعتمد مدخل STEAM على عدة أسس، والتي تتمثل في الآتي: -

- (١) التكامل بين فروع العلم المتمثلة في العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفنون والرياضيات.
- (٢) أساليب التعلم المستخدمة في نظام STEAM متمثلة في: التعلم بالمشروعات- التعلم القائم على العمل باليدين- التعلم القائم على حل المشكلات- التعلم القائم على البحث أو الاستقصاء.
- (٣) التدريبات العملية تحل محل أسلوب الإلقاء، وقلة المحاضرات.
- (٤) التأكيد على تطبيق المعلومات في المواقف الحياتية.
- (٥) التنوع في بيئة التعلم ما بين داخل المدرسة وخارجها مثل نوادي العلوم والمتاحف ومراكز الاستكشاف العلمي ومراكز البحث العلمي والمؤسسات والمصانع وغيرها.
- (٦) إتباع نظام التقويم المستمر المعتمد على الأداء (بدرية محمد محمد حسانين، ٢٠١٦، ١٠٢-١٠٦).

يتضح مما سبق أن فلسفة STEAM والتي تعد من المداخل الحديثة في مجال التعليم أنها تختلف عن التعليم التقليدي الذي يقوم على الحفظ والتلقين، حيث يعتمد تعليم STEAM على التعلم القائم على المشاريع الإبداعية وحل المشكلات، من أجل التعامل مع المواقف الواقعية وحل ما يقابل التلميذ من مشكلات حقيقية، مما ينمي لديه الخبرات العلمية والعملية في كافة المجالات، كما ينمي لديه المهارات الحياتية مهارات التفكير الناقد والإبداعي والتحليل والاستقصاء، مما يشجع على الابتكار، وكل ذلك يؤهله لسوق العمل، مستعيناً على ذلك بإجراء التدريبات العملية، وتوظيف المحتوى العلمي في الحياة الواقعية، والتنوع في بيئات التعلم، مع إتباع أساليب التقويم الأصيل حتى يتم معرفة مدى فهمهم للمحتوى العلمي واكتسابهم المهارات وتطبيقها في حياتهم اليومية.

أهداف التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات والفنون والهندسة وفقاً لمدخل STEAM :

تحددت أهداف مدخل STEAM في الأهداف التالية: -

١. تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين لدى التلاميذ وتضم مهارات التفكير الناقد والتواصل والقدرة على حل المشكلات وتبادل المعلومات واتخاذ القرارات والاعتماد على النفس.
٢. تنمية القدرات الذهنية والابتكارية لدى التلاميذ.
٣. إعداد التلاميذ لسوق العمل في القرن الحالي.
٤. إعداد الكوادر البشرية الكفاء في مجالات العلوم والهندسة والرياضيات والفنون والتكنولوجيا.
٥. قيادة الاقتصاد العالمي القوي.
٦. إعداد فئة من العلماء والفنيين التقنيين والمهندسين (بدرية محمد محمد حسانين، ٢٠١٦: ١١٢-١١٣).

يتضح مما سبق أنَّ مدخل STEAM يتيح الفرصة للتلاميذ لقيادة مجتمعهم نحو العالمية وزيادة قدرتهم على التنافسية، وكل ذلك يتحقق من خلال اكتسابهم لمهارات القرن الحادي والعشرين، وتنمية قدراتهم الذهنية ومهاراتهم الابتكارية، ومن السمات التي تميز مدخل STEAM أنه يساعد التلاميذ على التفكير خارج الصندوق بطريقة إبداعية، بما يزودهم بمهارات تمكنهم من النجاح في مجتمعهم وفي حياتهم اليومية.

أساليب واستراتيجيات التعلم المستخدمة في مدخل STEAM المتمثلة في الآتي: - (١) التعلم القائم على المشروعات:

تعتبر استراتيجية التعلم القائم على المشروعات أحد استراتيجيات التعلم المبتكرة من أجل النجاح في القرن الحادي والعشرين، حيث تقود التلاميذ من خلال العمل التعاوني والاستفسار والبحث وإنشاء المشاريع التي تعكس ما لديهم من معرفة وتمكنهم من اكتساب مهارات تقنية جديدة يمكن تطبيقها في حياتهم الواقعية، ليصبحوا محللين بارعين يتمتعون بمهارات الاتصال ومبدعين في حل المشكلات (Bell,2010:39).

وتعد استراتيجية التعلم القائم على المشروعات استراتيجية تعليمية يُمثل المشروع فيها مركز عملية التعلم حيث يبدأ الدرس بتقديم المشروع إلى التلاميذ سواء كان تصميم نموذج أو إنشاء منتج أو

مشكلة ما تحتاج إلى حل، وقد يكون العمل فردي أو جماعي في مجموعات صغيرة يحددها المعلم، وكلما كانت المشروعات ترتبط بمشكلة حقيقية كلما كان ذلك محفزاً للتلاميذ (Stewart, Mueller, 70: 2021, Tippins, &، ويعمل التعلم القائم على المشروع على تنمية روح التعاون بين التلاميذ والقدرة على العمل الجماعي، وتعزيز القدرة على التعبير عن آرائهم، وتنمية مهارات حل المشكلات لديهم وهذا ما أكدته نتائج دراسة (Harjanty & Muzdalifah, 2022)، كذلك تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين المتمثلة في مهارات التفكير الناقد والإبداعي ومهارات التواصل ومحو الأمية العلمية، وذلك من خلال توفير أنشطة تعلم حقيقية تساعد في تطبيق المفاهيم العلمية التي تم تعلمها في المشروع من خلال تكامل التخصصات المختلفة للمدخل (Zayyinah, Erman, 257: 2022, Supardi, Hariyono& Prahani).

يتضح مما سبق الدور الفعال التي تلعبه استراتيجية التعلم القائم على المشاريع في العملية التعليمية، ويتضح دورها في تنمية مهارات القرن الحادي والعشرين وخاصةً مهارات التفكير الناقد والإبداعي ومهارات التواصل والتعاون من خلال إشراكهم في تحديات واقعية لعقولهم وإيجاد حلول جديدة ومبتكرة وإبداعية من أجل خلق جيل مفكر ومبدع وناقد، قادر على استغلال طاقاته المنتجة بشتى الطرق الممكنة.

(٢) التعلم القائم على حل المشكلات:

هي استراتيجية تعليمية تقوم على النظرية البنائية؛ وذلك لأنَّ التلميذ يحل ما لديه من معارف جديدة وفقاً لمعارفه السابقة حتى يبني عليها معرفته الجديدة، كما أنها تقوم على التعلم الاجتماعي حيث يمارس التلميذ خطواتها ضمن مجموعات، تجعل التلميذ محور التعلم النشط، من خلال اختيار المعلم مشكلة أصيلة من مشكلات العالم الحقيقية، وتتطلب تطبيقها أن يتحلى التلميذ بالمعرفة الناقدة، ومهارة الفريق المشارك، والبراعة في حل المشكلات، فالمشكلة هي التي تقود عملية التعلم مما يتيح الفرص لتعلم واستكشاف المفاهيم والمبادئ العلمية، ويقتصر دور معلم العلوم هنا على مساندة التلاميذ في أسئلتهم (بسام عبد الله طه إبراهيم، ٢٠٠٩: ٦٥)، ويعزز التعلم القائم على حل المشكلات منحنى التعلم التكاملي؛ حيث أنَّ هذا التعلم يتطلب من التلاميذ أن يقرئوا ويكتبوا ويبحثوا ويحللوا ويحسبوا ويفكروا، فالمشكلات التي يتعرضون لها تدخل في موضوعات تربط بين مواد المناهج المختلفة وتوظيف ما يعرفونه في كل مجال (بسام عبد الله طه إبراهيم، ٢٠٠٩: ٧٨).

(٣) التعلم القائم على البحث أو الاستقصاء:

يعتبر التعلم القائم على الاستقصاء نشاط عملي وعقلي في وقت واحد، يقوم أساسه على الفضول، ويشمل طرح الأسئلة أو المشكلة أو الموقف العلمي المثير للانتباه وفضول التلميذ، وهو يرتبط بالعلم كمادة وطريقة وتفكير (عايش محمود زيتون، ٢٠٠٧: ٣٢٩-٣٢٩).

التحديات التي تواجه تطبيق مدخل STEAM في مصر:

يعتبر تدني مستوى التعليم بشكل عام والتعليم العالي بصورة خاصة أحد أهم التحديات التي تواجه تطبيق مدخل STEAM في مصر؛ حيث تفقد مصر تدريجياً علمائها بسبب الهجرة والدراسة بالخارج وعدم عودتهم للوطن، وذلك بسبب ضعف تمويل التعليم، ونظم التعليم السلبية وقصور التفكير الناقد، وافتقار الصلة بين المناهج الحالية وبين احتياجات سوق العمل، وزيادة الكثافة الطلابية، وعدم تطبيق نتائج الأبحاث التكنولوجية في المؤسسات التجارية، وقلة التدعيم الموجه من قبل القطاع الخاص للأبحاث والباحثين، وضعف التعاون المشترك بين المجال الصناعي والمجال الأكاديمي (Zakhary, 2013: 11).

ويلاحظ اقتران جهود تطوير تعليم العلوم والتقنية والهندسة والفنون والرياضيات على مدارس STEAM وهي ذات أعداد محدودة ونتائجها غير محسوسة مقارنة بالكم الهائل من المدارس الحكومية التي تواجه مشكلات عديدة، وعدم تعميم تلك التجربة على المدارس الحكومية والخاصة، وقد أكدت الاستراتيجية القومية لتطوير التعليم قبل الجامعي ٢٠١٤-٢٠١٧ على وجود تحديات هائلة ناجمة عن عدم تعميم تلك النماذج الناجحة في جميع مدارس مصر حتى يتم الاستفادة منها في مجال تطوير التعليم، وحتى لا يتلاشى أثرها؛ لا بد من وضع نظام من أجل التوسع في هذه المبادرات وتعميم تلك النماذج، حتى لا تبقى مدارس STEAM جزراً منعزلة لا تفيد غيرها من المدارس بنجاحاتها (وزارة التربية والتعليم، ٢٠١٤: ٢٠٨).

العلاقة بين مدخل STEAM والمفاهيم الحياتية:

تعتبر المعلومات هي البنية الأساسية للعلوم، فلا يمكن وجود مقرر أو وحدة بدون محتوى معرفي، ولهذا السبب كان إكساب المعلومات بصورة وظيفية هدفاً أساسياً في تدريس العلوم، كما أن الحقائق والمفاهيم هي الأساس الذي تقوم عليه عمليات التفكير والنشاط العقلي، ويجب أن يتم تعليمها بصور وظيفية أي تكون لها علاقة وطيدة بحياتهم ومرتبطة بحاجاتهم ومشكلاتهم مما يهدف في

النهاية إلى تحقيق النمو الشامل والاستفادة إلى أقصى ما يمكن منها في المستقبل، وبما أن العلوم هي حيز الزاوية في تعليم STEAM من أجل دمج المجالات المختلفة في نظام تعليمي متكامل، فترجع أهمية العلوم في تعليم STEAM أنها تنمي مهارات التفكير الناقد لدى التلاميذ ومهارات حل المشكلات والقدرة على استخدام الأسلوب العلمي وتطبيقه في المواقف بالحياة اليومية، كذلك تعمل العلوم على جذب انتباه التلاميذ لما تحويه من تعلم نشط وإنشاء عروض عملية، واعتمادها على العمل التعاوني، وتعليم التلاميذ القدرة على التكيف مع المواقف المختلفة (Education, 2019).

كما أن مدخل STEAM يجعل التلميذ فعالاً ومشاركاً ومستكشفاً للمعلومات حول المفاهيم الحياتية وباحثاً عنها مما يجعله المحور الرئيس في العملية التعليمية، ثم عرضه لما يتوصل إليه حول مفهوم معين بالإضافة إلى تطبيق تلك المفاهيم في مواقف حياتية مختلفة، كذلك قيامه بالبحث والتقصي عن حلول للمشكلات التي ترتبط بهذا المفهوم الحياتي.

وهناك العديد من الدراسات التي أكدت على وجود علاقة بين مدخل STEAM والمفاهيم الحياتية، ومنها دراسة شمياء السعدني (٢٠٢٠) التي أشارت نتائجها إلى فعالية مدخل STEM في تنمية بعض المفاهيم العلمية لدى طفل ما قبل رياض الأطفال في ضوء المعايير العالمية، ودراسة نائف عتيق عبد الله السفياني وعادل رزق الله محمد الذبياني (٢٠٢١)، التي أشارت نتائجها إلى وجود أثر إيجابي للأنشطة القائمة على مدخل STEM في تدريس العلوم في تنمية المفاهيم العلمية لدى تلاميذ الصف الأول المتوسط.

العلاقة بين مدخل STEAM والتفكير المنتج:

تعتبر تنمية أنماط التفكير المختلفة لدى التلاميذ من الأهداف الرئيسة للتدريس بمدخل STEAM، فهناك ارتباط وثيق بين التعلم بهذا المدخل ومهارات التفكير المنتج، حيث أن بيئة التعلم وفق هذا المدخل تتيح الفرصة لتنمية المهارات الأكاديمية والحياتية سوياً، فتمكن التلاميذ من مهارات التفكير الناقد والتعلم الذاتي، وتحمل المسؤولية من خلال التجريب والاكتشاف مما يخلق في نهاية المطاف متعلماً قادراً على التصدي لتحديات القرن الحادي والعشرين (رضا مسعد السعيد، ٢٠٢٠: ١٠١).

وهناك العديد من الدراسات التي أكدت على وجود علاقة وطيدة بين مدخل STEAM ومهارات التفكير المنتج؛ ومنها دراسة (Waddell 2019) التي كان من نتائجها أن أنشطة STEM

تعمل على تعزيز الإبداع والتعاون لدى التلاميذ، وكذلك دراسة (Aguilera & Revilla (2021)، ودراسة نهلة عبد المعطي الصادق جاد الحق (٢٠٢٠)، والتي أشارت نتائجها إلى فاعلية برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملي "STEM" لتنمية بعض الأداءات التدريسية ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب كلية التربية، ودراسة مريم مقبل مقبل القشطة (٢٠٢١)، التي أوصت بضرورة تصميم المزيد من البرامج التعليمية القائمة على مدخل STEAM وقياس تأثيرها على الجوانب الأكاديمية والمهارية في المراحل التعليمية المختلفة.

كذلك يقوم مدخل STEAM على عدة استراتيجيات منها التعلم القائم على المشروعات وحل المشكلات والعصف الذهني وجميعها قائمة على التساؤل وتنمي لدى التلاميذ القدرة على التنبؤ والاستنتاج والتفسير وهذه مهارات التفكير المنتج، كما أن التفكير المنتج ينتج عنه نتائج إبداعية جديدة وغير مألوفة، كذلك حل المشكلات ينتج عنه استجابات جديدة أيضاً، كما أن التفكير المنتج بشقيه الناقد والإبداعي يشكل جزءاً من أي موقف تعليمي قائم على مشكلة، وذلك لأن استراتيجيات التعلم القائم على حل المشكلة تستوجب مرونة كافية في إعادة النظر بالمشكلة من زوايا جديدة وفق الخبرات الجديدة المكتسبة (Birgili, 2015: 75).

يتضح مما سبق العلاقة الوطيدة بين مدخل STEAM والتفكير المنتج؛ فاستخدام مدخل STEAM في تدريس العلوم يتيح للتلميذ ربط ما تعلمه ببيئته من خلال عرض مفاهيم حياتية واقعية وحل مشكلات واقعية باستخدام مهارات التفكير المنتج، مما يساهم في تنمية مهاراتهم المختلفة من استنتاج وتنبؤ بحلول وأفكار جديدة بما قد ينتج عن تلك المفاهيم أو المشكلات (مهارات الأصالة)، وتقسيروها، إضافةً إلى ذلك توفير بيئة تعلم تحقق التعلم الذاتي أو الجماعي مما يساعد على تنمية القدرة على تعدد الأسباب والمقترحات والآراء العلمية.

المراجع:

- بدرية محمد محمد حسانين (٢٠١٦). التكامل بين العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات في مناهج العلوم بمرحلة التعليم الأساسي. المؤتمر العلمي الثامن عشر: مناهج العلوم بين المصرية والعالمية، الجمعية المصرية للتربية العلمية، القاهرة، ٩٩-١٣٩.
- بسام عبد الله طه إبراهيم (٢٠٠٩). التعلم المبني على المشكلات الحياتية وتنمية التفكير. عمان: دار المسيرة للنشر والتوزيع.
- رضا مسعد السعيد (٢٠٢٠). STEM: لتدريس (الرياضيات-العلوم-الهندسة-التكنولوجيا). القاهرة: دار العلوم للنشر والتوزيع.
- عايش محمود زيتون (٢٠٠٧). النظرية البنائية واستراتيجيات تدريس العلوم. عمان: دار الشروق.
- عدنان محمد القاضي (٢٠١٩). منحني STEAM فلسفته، أهدافه، مستويات تعلم الطلبة فيه، تطبيقاته في المنهاج الدراسي. الدمام: دار الكتاب التربوي.
- مريم مقبل مقبل القشطة (٢٠٢١). فاعلية نموذج STEAM في تنمية بعض مهارات الطلاقة والمرونة لدى الطالبات الموهوبات. مجلة الراسخون، ٧ (٣)، ١٧٧-٢٠٥.
- نهلة عبد المعطي الصادق جاد الحق (٢٠٢٠). برنامج تدريبي قائم على المدخل التكاملية STEM "لتنمية بعض الأداءات التدريسية ومهارات التفكير المنتج لدى طلاب كلية التربية. مجلة كلية التربية. جامعة بنها. كلية التربية. ٣٦٩-٤٠٨.
- وزارة التربية والتعليم (٢٠١٤). التعليم المشروع القومي لمصر: البرامج التنفيذية للخطة الاستراتيجية للتعليم قبل الجامعي ٢٠١٤-٢٠١٧. القاهرة: هيئة المطابع الأميرية.
- Aguilera, D. & Revilla, J. (2021). STEM vs. steam education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 1-13
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*. 83(2), 39-43.
- Birgili, B. (2015). Creative and critical thinking skills in problem-based learning environments. *Journal of gifted education and creativity*, 2(2), 71-80.

- Harjanty, R. & Muzdalifah, F. (2022). Implementation of STEAM project - based learning in developing early childhood cooperation. *Atfālunā: Journal of Islamic Early Childhood Education*. 5 (1),4756.
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and integration. *The steam journal*, 3 (1), 1-11.
- Sousa, D.& Pilecki, T. (2018). *From STEM to STEAM* (2nd ed.). Thousand Oaks, Calif. Corwin.
- Sprout School Supplies (2019). STEAM - The importance of art in STEM education.
<https://sproutsupplies.com/blog/steam-the-importance-of-art-in-stem-education/>
- STEM Maryland (2012). Maryland State STEM standards of practice frameworks grades K – 5, USA: Maryland state department of education.
- Stewart, A., Mueller, M. & Tippins, D. (2021). Converting STEM into STEAM Programs: Methods and Examples from and for Education. Springer Nature Switzerland AG.
- Waddell, B. (2019). Influence of STEM Lessons on Critical Thinking, A THESIS, University of Nebraska - Lincoln.
- Wihte, D.W. (2014). What is STEM education and why is it important?. *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.
- Xun Ge, Dirk Ifenthaler • J. Michael (2015). Emerging technologies for STEAM education full STEAM ahead educational communications and technology: issues and innovations. Switzerland: Springer International Publishing.
- Zakhary N. (2013). Science, technology and innovation in egypt. Ministry of Scientific Research.

Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z., Hariyono, E.& Prahani, B. (2022). STEAM-Integrated project based learning models: alternative to improve 21st century skills. Advances in Social Science, Education and Humanities Research, *Atlantis Press SARL*,627,251-258.

<https://www.atlantis-press.com/article/125968020.pdf>.