الفصل الثاني

تدريس العلوم في المرحلة الابتدائية

ديبي دايلي

ذكر تقرير حديث أن 20% من مجموع الوظائف في الولايات المتحدة (20 مليون وظيفة) تطلبت امتلاك خلفية مهمة في أحد مجالات (ستيم) (Rothwell, 2013)، ولكن لسوء الطالع يبدو أن نظامنا التعليمي متخلف في إعداد الطلاب لوظائف مرتبطة بمجالات (ستيم)، فقد جاء في تقرير (دلالات جوهرية Vital Signs) لعام 2012 بعنوان (تغيير المعادلة Change the Equation)، أن عدد وظائف مجالات (ستيم) المعلن عنها فاقت عدد العاطلين عن العمل بنسبة 1:2، وكانت هذه الفجوة أكبر في وظائف الرعاية الصحية حيث كانت النسبة 1:3.

لذلك، وفي ضوء الطلب المتزايد على العاملين المهرة في مجالات (ستيم)، فإن طلابنا النابغين -بصورة خاصة- يحتاجون إلى فرص للانخراط في الممارسات العلمية، ومن أجل تعزيز تطوير المبدعين في مجالات (ستيم)، أوصى مجلس العلوم الوطني (NSB, 2010) بتوفير خبرات استقصائية واقعية في تعلم موضوعات (ستيم)، وبأن تبدأ هذه الفرص في الصفوف المبكرة، ولتسهيل هذه العملية اقترح المجلس بأن يشارك معلمو المرحلة الابتدائية في برامج تطوير مهني داعمة للتعلم الاستقصائي، وفي التعرُّف إلى الطلاب الموهوبين في موضوعات (ستيم).

وقبل ذلك بسنوات، أدرك براندوين (Brandwein,1995) أهمية البدء بتطوير الموهبة العلمية في السنوات المبكرة من عمر الطفل، واقترح لهذه الغاية توفير فرص البحث لطلاب

المرحلة الابتدائية من أجل تشجيع حب الاستطلاع حتى يستمر اهتمامهم بالعلم مع تقدمهم الدراسي، ولكن ما يُؤسَف له أن كثيرًا من الطلاب يبلغون المرحلة المتوسطة قبل أن تتاح لهم فرص المشاركة في الممارسات العلمية (Griffith & Scharmann, 2009)، وعندها يكونون قد فقدوا اهتمامهم الأولي، وقد أكد مالتيز وتاي (Maltes & Tai, 2011) في دراسة حديثة أهمية الخبرات المبكرة في العلوم، فقد وجدا بعد إجراء مقابلات مع 85 من العلماء وخريجي العلوم، أن اهتمام 65% من هؤلاء في العلوم بدأ قبل المرحلة المتوسطة.

البحوث المؤيدة للمشاركة في الممارسات العلمية

المنهج

لتحسين توفير الفرص للطلاب النابغين يرى باحثون كثيرون أن المعلمين بحاجة إلى وجود منهج قوي، فقد ذكر سوبوتنيك وأولزويسكي وكوبيليوس وواريل (Subotnik, Olszewski-Kubilius & Worrel, 2011) أن المنهج القوي يعزز من اهتمام الطالب في مجالات موهبة معينة، مثل العلوم، وقال روبنسون وشور واينرسون (Robinson, Shore & Enerson, 2007): إنَّ على المنهاج أن يعالج معايير المحتوى، ويركز على المفاهيم، ويطبّق الأسلوب الاستقصائي، وأوصت فانتاسل-باسكا (VanTassel-Baska, 1998) أيضًا بأن يركز المنهج على الاستقصاء، وتعلم المفاهيم، والتفكير المتقدم، والتقنية، ومهارات العملية العلمية، وقالت إن على منهج العلوم أن يطبّق التعلم القائم على المشكلة باستخدام مشكلات الحياة الحقيقية.

واقترح روبنز (Robbins, 2011) أن يوفر المنهج الفرص للطلاب من أجل ما يأتي:

أ. أن يستخدموا المنطق العلمي في فهم العالم.

ب. أن يشاركوا في التأمل والعمل التعاوني في الأنشطة العلمية.

ج. أن يستخدموا الأساليب الكمية في تحليل البرهان العلمي.

د. أن يتعرَّفوا العمل الحقيقي للعلماء (عن طريق خبرات الرحلات الميدانية مثلاً).

لقد جرت العادة أن تغطي كتب العلوم أكبر عدد من الموضوعات، مركزة على اتساع المفاهيم العلمية بدلاً من التركيز على عمق المفهوم، وقد ذكر مجلس البحث الوطني أن المناهج في الولايات المتحدة، مقارنة بمناهج الدول التي حقق طلابها مراكز متقدمة في المسابقات العلمية العالمية، لم تركز على المفاهيم العلمية أو ترابط المفهوم في مستويات الصفوف، بل ركزت بدلاً من ذلك على عدد من المناهج العريضة مع القليل من الاستقصاء المعمق، وفي ضوء هذا الاستنتاج أوصى المجلس بضرورة استخدام تدريس العلوم منهجًا حلزونيًّا يُبنى بتراتيبة على المفاهيم في مستويات الصفوف، وبعبارة أخرى، أوصى المجلس بأن يستكشف الطلاب بإسهاب مفاهيم قليلة طوال العام بدلاً من تغطية مفاهيم كثيرة بطريقة سطحية، كما هو مشاهد في أي كتاب علوم تقليدي.

واقترح روبنز (Robbins, 2011) أن يوفر المنهج الفرص للطلاب من أجل ما يأتي:

أ. أن يستخدموا المنطق العلمي في فهم العالم.

ب. أن يشاركوا في التأمل والعمل التعاوني في الأنشطة العلمية.

ج. أن يستخدموا الأساليب الكمية في تحليل البرهان العلمي.

د. أن يتعرَّفوا العمل الحقيقي للعلماء (عن طريق خبرات الرحلات الميدانية مثلًا).

ولبناء روابط بوساطة المنهج، أوصى ميتز (Metz, 2008) أن يشتمل المنهج على «أفكار كبرى أو مفاهيم عامة» مثل التغيير والأنظمة والقياس والتطور.

وعلاوة على كل هذا دعا الباحثون إلى التوسع في دراسة المفاهيم العامة وإلى زيادة صعوبتها في مستويات الصفوف المتعاقبة.

ولدعم الرأي الذي يرى زيادة عمق منهج العلوم، أثبت عدد من الباحثين حدوث زيادة في تحصيل الطلاب عندما أوجدوا روابط بين المحتوى باستخدام المفاهيم العامة (Cotabish, Dailey, Robinson & Hughs, 2013, Roth.et.al.2011).

وأثبت مشروع كلاريون Project Clarion –وهو دراسة تجريبية عن أثر المنهج المبني على الاستقصاء في تعلم الطلاب المرحلة الابتدائية للعلوم– زيادة ملحوظة في تحصيل الطلاب كافة، خصوصًا الطلاب من الطبقة الاجتماعية – الاقتصادية المتدنية، ولوحظت هذه النتائج المبشرة أيضًا بين الطلاب ذوي القدرات العالية بعد تطبيق منهاج قائم على الاستقصاء والتعلم

المبني على حل المشكلات، وكما أظهرت نتائج الدراسات السابقة، فقد استفاد الطلاب عمومًا، والطلاب ذوو القدرات العالية خصوصًا من المنهج القائم على فهم المفاهيم، وحل مشكلات الحياة الواقعية، والتعلم الاستقصائي.

إستراتيجيات التدريس

العلوم المبنية على الاستقصاء: وصف المجلس الوطني للبحوث (NRC,1996) الاستقصاء العلمي بالعمليات التي يفسر فيها الطلاب العالم الطبيعي بناء على برهان تجريبي، وأوصى المجلس بجعل الطلاب يمارسون الاستقصاء العلمي لتعميق استيعابهم للممارسات العلمية، وتعزيز إدراكهم المفاهيمي للمعرفة العلمية، وحدد المجلس الممارسات العلمية الآتية التي قال إنها ضرورية من رياض الأطفال حتى الصف 12:

أ. طرح أسئلة أصيلة، وتحديد المشكلات.

ب. وضع نماذج، واستخدامها للشرح.

ج. تصميم الاستقصاءات، وتطبيقها.

د. تحليل البيانات، وتفسيرها.

هـ. استخدام الرياضيات في حل المسائل والمشكلات.

و. استخدام البرهان لبناء التفسيرات أو وضع الحلول.

ز. دعم الافتراضات بالبرهان.

ح. شرح النتائج والاستنتاجات، وتقييمها.

وعلى الرغم من تردد المدارس الابتدائية في اعتماد منهج مبني على الاستقصاء نظرًا إلى شروط الاختبارات (Anderson, 2007, Keil, Haney & Zoffel, 2009) إلا أن دراسات كثيرة أيدت استخدام التدريس المبني على الاستقصاء نظرًا إلى أثره في تحصيل الطلاب، وحدد تحليل بعدي تناول 138 دراسة عن التدريس المبني على الاستقصاء أجراه ماينر وآخرون (Minner et al. 2010) عددًا من النتائج الإيجابية لهذا التدريس على معرفة الطلاب للمحتوى والحفظ ومعرفة المفهوم، وإضافة إلى ذلك أظهرت دراسة تجريبية أجراها ينغ-تين وشن- شونغ (Ying-Tien & Chin-Chung, 2005) زيادة في قدرة الطلاب على الوصف، والاستدلال، وتفسير

المفاهيم العلمية عند تلقيهم تدريسًا مبنيًّا على الاستقصاء مقارنة بالطلاب الذين يتلقون تدريسًا تقليديًّا.

التعلم القائم على المشكلة Problem-based learning PBL أبرزت إستراتيجيات كثيرة أهمية التعلم الاستقصائي، بما في ذلك التعلم المبني على المشكلة، ويقول دريك ولونغ (Drake & Long, 2009) إن خبرات التعلم القائم على المشكلة تساعد الطلاب على اكتساب فهم للمحتوى عن طريق عملية الاستقصاء. ويبدو أن هذا النوع من التعلم يناسب دراسة العلوم والطلاب ذوي القدرات العالية إلى حد كبير نظرًا إلى تركيزه على التعلم التفاعلي، والبرهان التجريبي، والتعاون بين ذوي المصلحة، والمشكلات الحياتية الواقعية.

وقد وصف إينيل وباليم (Inel & Balim,2010) خبرة نموذجية للتعلم المبني على المشكلة يعمل فيها الطلاب متعاونين على طريقة العلماء في البحث، وتحديد المشكلة، ووضع الحلول، يضاف إلى ذلك أن الطلاب يجرون تجارب لاختبار فاعلية حلولهم المقترحة، ويتقمص الطلاب طوال التجربة شخصيات أصحاب المصلحة المختلفين لعرض جوانب المشكلة المختلفة، ويتجادلون ويناقشون مستخدمين البراهين التجريبية لتأكيد مواقفهم.

وإضافة إلى الأثر الإيجابي للتعلم القائم على المشكلة في تحصيل الطلاب، تحدث الباحثون عن الحماس الذي يحدثه هذا النوع من التعلم عند الطلاب، فقد أورد كل من أكينوغلو وتاندوغان (Akinoglu & Tandogan, 2007) إحصائيات ذات دلالة على التقدم في قياسات تحصيل العلوم، واتجاهات الطلاب نحو العلوم، وبالتحديد بين الطلاب الذين يتلقون تعلمهم عن طريق التدريس القائم على المشكلة مقارنة بالطلاب في دروس العلوم التقليدية.

وقد أظهر طلاب الصف الرابع في دراسة أجراها دريك ولونغ (Drake & Long, 2009) زيادة في معرفة المحتوى والمشاركة وقدرات حل المشكلات مقارنة بالطلاب في نظام التدريس التقليدي، وتوصلت دراسة أجراها كيل وآخرون (Keil et al. 2009) زيادة في العلاوات في قياسات تحصيل الطلاب، ومهارات العملية العلمية، وأظهر الطلاب تقدمًا ملحوظًا في اختبارات الاستعداد الرسمية في مختلف الموضوعات، والخلاصة هي أن قدرات التفكير العالي الرتبة، مثل حل المشكلات، والإدراك المفاهيمي، والمهارات الموجهة للعملية، يمكن تحسينها وتطويرها عن

طريق خبرات التعلم القائم على المشكلة، ويضاف إلى ذلك أن هذا النوع من التعلم يسهّل تعلم المهارات، مثل إجراء البحوث والتواصل الكتابي والشفوي والعمل الجماعي.

معيقات تحسين العلوم في الصف الابتدائية

حتى في برامج الموهوبين، لا تحظى العلوم باهتمام كبير، ولا تلقى الدعم الكافي؛ فقد وجد كالاهان ومون وأوه (Callahan, Moon & Oh, 2014) أن معظم المدارس التي ترعى برامج لطلاب المرحلة الابتدائية الموهوبين تركز على فنون اللغة 47.2%، بينما يركز عدد قليل من المدارس 10.5% على العلوم والتقنية، أما أسباب نقص العلوم في الصفوف الابتدائية وبرامج الموهوبين، فكثيرة، ومنها:

أ. قيود الوقت وصعوبة التوفيق بين الجداول الدراسية.

ب. قلة الموارد.

ج. معرفة المعلمين ومهاراتهم العلمية غير الكافية.

د. ضعف ثقة المعلمين بأنفسهم.

أما أسباب نقص العلوم في الصفوف الابتدائية وبرامج الموهوبين، فكثيرة، ومنها:

أ. قيود الوقت وصعوبة التوفيق بين الجداول الدراسية.

ب. قلة الموارد.

ج. معرفة المعلمين ومهاراتهم العلمية غير الكافية.

د. ضعف ثقة المعلمين بأنفسهم.

قيود الوقت: نظرًا إلى شروط قانون (عدم حرمان أي طفل No Child Left Behind Act) والتركيز الشديد على نتائج الاختبارات، لجأت مدارس كثيرة إلى خفض الوقت المخصص لدروس العلوم في المرحلة الابتدائية (Griffith & Scharmann, 2008).

وقد أفاد مركز السياسة التربوية (the Center on Education Policy - CEP- 2006) أن 68% من المدارس قلصت الوقت المخصص لتدريس العلوم لإعطاء مزيد من الوقت لفنون اللغة والرياضيات، ووجد ساندولتز ورينغستاف (Sandholtz & Ringstaff, 2001) أن 56% من المعلمين يرون أن الوقت هو العقبة الرئيسة أمام التدريس الفاعل للعلوم، وقال الباحثان إن العلوم تصبح منسية عندما يبدأ موسم الاختبارات، ويضاف إلى ذلك أن الإعداد لتدريس العلوم بأسلوب

الاستقصاء يحتاج إلى وقت طويل، وهو أمر لا يضحي به بعض المعلمين خاصة عندما لا تكون العلوم جزءًا من تقرير التقدم السنوي الكافي (Adequate Yearly Progress).

أما على مستوى الصفوف عند اختبار العلوم عن طريق القياسات الرسمية، فيعتقد معلمون كثيرون أن اختبارات العلوم الرسمية تقيس حقائق فضفاضة مبنية على المعرفة، على النقيض من التحليل والتطبيق الأكثر عمقًا في العلوم الاستقصائية (Johnson, 2006)، وفي هذه الحال، أعرب المعلمون عن قلقهم من عدم تمكنهم من تغطية المنهج المطلوب كله إذا ما استغلوا الوقت لتدريس العلوم بأسلوب الاستقصاء.

والخلاصة هي أن عدم توافر الوقت لإعداد دروس العلوم المبنية على الاستقصاء وتطبيقها في غرفة الصف في المدارس الابتدائية يُعدُّ معيقًا لتدريس العلوم بطريقة فاعلة.

الموارد

يفتقر كثير من المعلمين في برامج الموهوبين وغرف الصفوف العادية إلى الموارد الكافية الضرورية لتوفير فرص تعلم مبنية على الاستقصاء، مثل المساحة، والمعدات، والمنهج الصحيح، وعندما يدرّسون العلوم يضطر معلمون كثيرون إلى شراء المواد على نفقتهم الخاصة، وهذا ما يوجد عائقًا إضافيًّا أمام المعلمين الذين لا يملكون الموارد المالية الخاصة لدعم صفوفهم، ويضاف إلى ذلك أن إدارة المعدات العلمية، وإجراء التجارب يشكلان عقبات إضافية أمام المعلمين.

معرفة المحتوى العلمي ومهارات أساليب التدريس

يؤدي عدم معرفة المعلم المحتوى ومهارات أساليب التدريس إلى الحد من قدرته على تدريس العلوم للطلاب ذوي القدرات العالية، وبالتحديد العلوم المبنية على الاستقصاء (Coates, 2006)، وغالبًا ما يعرب المعلمون عن قلقهم من تدريس العلوم بسبب عدم معرفتهم الكافية للموضوع؛ ما يؤثر سلبًا في كيفية تدريسهم (Kallery, 2004)، فمثلًا، يتجنب المعلمون التدريس المبني على الاستقصاء لخشيتهم من أن تؤدي معرفتهم غير الكافية إلى توجيه الطلاب إلى الخطأ.

أما إعطاء درس علوم مبني على الاستقصاء، فيمثل عائقًا آخر، خصوصًا للمعلمين الذين يفضلون طريقة التدريس التقليدية؛ وذلك لأن الطريقة الأولى تجعل الطلاب يشاركون في الأنشطة العلمية مثل الاستقصاء التجريبي مع التقليل من التدريس المتمركز على المعلم، ويقول جونسون (Johnson, 2006) إن المعلمين الذين درسوا العلوم عن طريق المحاضرات وأوراق العمل يجدون صعوبة في استخدام أساليب التدريس التي تستخدم عادة في التعلم القائم على الاستقصاء، وهكذا فإن عدم معرفة المحتوى ومهارات أساليب التدريس يؤديان معًا إلى الحد من قدرة المعلم على تسهيل التعلم المبني على الاستقصاء في غرفة الصف، ومن ثم يقلل من ثقة المعلم في قدرته على تدريس العلوم.

ثقة المعلم

تؤثر ثقة المعلم في تدريس الموضوع في طريقة التدريس، فالمعلمون الذين تنقصهم الثقة في تدرس العلوم يختصرون عادة الوقت والبحث والنقاش في دروس العلوم. وفي استطلاع للرأي شمل 300 من معلمي المرحلة الابتدائية، قال المستجيبون إن انعدام الثقة في تدريس العلوم له أكبر الأثر في تدريسهم هذه المادة، وفي دراسة أخرى، وجد جارفيز وبيل (Jarvis & Pell, 2004) أن المعلمين تعوزهم الثقة لتدريس العلوم مقارنة بالمواد الأخرى مثل الرياضيات واللغة الإنجليزية، خاصة عندما يتعلق الأمر بتدريس العلوم القائم على الاستقصاء. ولزيادة ثقة المعلمين لتدريس العلوم بطريقة الاستقصاء، اقترح ميرفي وآخرون (Murphy et al., 2007) أن يشارك المعلمون في تطوير مهني عالي الجودة لتحسين معرفتهم بالعلوم ومهارات تدريسها.

والخلاصة هي أن قيود الوقت والموارد، ومعرفة المادة، ومهارات أساليب التدريس والثقة تؤثر كثيرًا في تكرار تدريس العلوم وجودته في برامج الموهوبين، وفي الصفوف العادية، وللتغلب على هذه الصعوبات، يوصي الخبراء بأن تخصص المدارس وقتًا كافيًا في اليوم لتدريس العلوم، وتأمين الموارد الضرورية، وتوفير فرص التطوير المهني للمعلمين بهدف تحسين معرفة المحتوى، ومهارات أساليب التدريس، وثقة المعلمين بأنفسهم لتدريس العلوم.

أفضل الممارسات لخدمة الطلاب الموهوبين في العلوم

إذا نظرنا إلى ما تقوله البحوث عن تدريس العلوم للطلاب النابغين بطريقة فاعلة، فكيف يستطيع المعلمون تطوير الموهبة العلمية لهؤلاء الطلاب؟ من أجل تحفيز الطلاب الموهوبين وزيادة اهتمامهم بالعلوم، على المعلمين أن يبدؤوا بالخبرات المفيدة، وذات الصلة بحياتهم.

إن عرض مشكلات العالم الحقيقية عن طريق التعلم القائم على المشكلة أو المشروع يجعل الطلاب يضعون أنفسهم في خضم المشكلة، وهم يحاولون إيجاد الحلول الممكنة.

إن عرض مشكلات العالم الحقيقية عن طريق التعلم المبني على المشكلة أو المشروع يجعل الطلاب يضعون أنفسهم في خضم المشكلة، وهم يحاولون إيجاد الحلول الممكنة.

في التعلم المبني على المشكلة، تعرض على الطلاب مشكلة من الحياة الواقعية في صورة مشهد متخيل، ويتعين أن تكون المشاهد المفترضة مرتبطة بخبرات الطلاب، والموقع الجغرافي، والمخزون المعرفي؛ إذ لا يعقل أن تعرض مشهدًا عن المعاناة في الصحراء لطلاب يعيشون في منطقة غزيرة المطر، ونحن نعتقد أن السيناريوهات الناجحة هي التي تُبنى على قضايا المجتمع؛ لأنها يمكن أن تؤدي إلى مشروع لتعلم خدمة المجتمع، ويمكنك مثلًا أن تطرح سيناريو يدور حول مشكلة في ساحات المدرسة.

فعندما تغمر مياه الأمطار ملاعب المدرسة مثلًا، تُعرَض المشكلة على الطلاب، ثم يطلب إليهم أن يعملوا محققين لإيجاد الحلول الممكنة للمشكلة، وبناء على الجدوى يمكن للطلاب أن يحاولوا تطبيق هذا الحل.

إن التعليم المبني على المشروع (Project-based learning) يشبه التعلم المبني على المشكلة، لكنه يركز أكثر على إيجاد منتج أو عرض أو أداء، ونذكّر مرة أخرى أن من المهم جعل الطلاب يشاركون في مشروعات مجدية، وذات صلة، وممتعة.

ومثلما هي الحال في التعلم المبني على المشكلة، يعمل المعلم هنا ميسِّرًا؛ حيث يوجه الطلاب، ويقودهم في أثناء العملية. ويستفيد التعلم القائم على المشروع أيضًا من سيناريوهات ذات علاقة بسؤال محفز أو مسألة حيوية، مثل إنشاء جسر للمشاة فوق واد قريب من المدرسة، ويمكن للسؤال المحفز الذي قد يستخدم في تضمين المشروع في المحتوى أن يكون هكذا: كيف

يمكننا تصميم جسر مشاة قوي وآمن لمدرستنا؟ واعتمادًا على الموارد المتوافرة، يمكن إنجاز هذا المشروع، أو يمكن أن يشارك الطلاب في تصميم مجسم لهذا الجسر، وبعد الانتهاء من تصميم المجسم، يمكن للطلاب تقديمه إلى مجلس المدرسة لمعرفة إن كانوا سيحصلون على الدعم لمشروعهم.

وسواء أستخدم المعلمون التعلم القائم على المشكلة أم التعلم المبني على المشروع، فمن الضروري أن يثبّتوا التعلم في المحتوى، فإذا ما استبعدنا المحتوى فإن الطلاب سيقومون فقط بأنشطة حل المشكلات والمشروعات، وعند أخذ سيناريو حل المشكلة السابقة في الحسبان، يستطيع المعلمون ربط معايير المحتوى التي تتعلق بخصائص الماء، ودورة الماء، والتعرية، والأنظمة البيئية، وأشياء أخرى كثيرة، ويمكنهم أيضًا عند تطبيق السيناريو المبني على المشروع التطرق إلى معايير المحتوى التي تتناول التوازن، والقوى، والتصميم الهندسي، والتعرية، والجغرافيا، والاقتصاديات، وقضايا أخرى.

مسارات جديدة

مع الإعلان عن معايير الجيل الثاني للعلوم (Next Generation Science Standards– NGSS) تبذل جهود الآن لتحسين تدريس العلوم، لتوفير فرص مبكرة للطلاب للمشاركة في ممارسات العلوم، وقد صُنِّفت معايير تعلم العلوم في ثلاثة أبعاد: ممارسات العلوم والهندسة، والمفاهيم القاطعة، والأفكار الأساسية التنظيمية، ويجب ألا تدرس هذه الأبعاد بمعزل عن بعضها، بل يجب دمجها معًا لتفسير ظاهرة معينة، فعندما يتعلم الطلاب مثلًا عن قانون نيوتن الثالث، فعليهم أن يربطوا المحتوى بعلاقات السبب والنتيجة الأخرى وهم يتعاملون مع قوى الفعل ورد الفعل، وهذه الممارسة ليست جديدة بالنسبة إلى معلمي الطلاب الموهوبين، فمنذ العام 1992، دعت فإنتاسل – باسكا إلى تركيز منهج العلوم على ثلاثة أبعاد (المحتوى المتقدم، والعملية/الناتج، والمفاهيم الواسعة)، وذلك عندما طرحت نموذج المنهاج المتكامل (Integrated Curriculum Model) وعن طريق هذا النموذج، يتعمق الإدراك المفاهيمي مع انخراط الطلاب في استكشاف المحتوى، وبدعم من استقصاءات الحياة الواقعية، الذي يُربط بالمحتوى السابق واللاحق عن طريق مفاهيم شاملة.

ويمكن استخدام معايير الجيل الثاني للعلوم مرتكزًا لتعليم متمايز للطلاب الموهوبين، وتُثرى عن طريق مسارات التعلم المتدرجة التي تصف المسارات التي سيسلكها الطلاب لإتقان المفهوم. إن مسارات التعلم المتدرجة هذه تزداد تعقيدًا مع تقدم الطلاب في مستويات الصفوف، فمثلًا سوف يتعلم الطلاب في الصفوف الأولى أن للكائنات الحية أطرافًا خارجية تستخدمها لأداء الوظائف اليومية، ومع تقدم مستويات الصفوف، ومع مواصلة تعلم التراكيب والوظائف، سوف يتعلم الطلاب في نهاية المطاف عن الخلايا المتخصصة والجزيئات الخلوية الفرعية التي تؤدي الوظائف الحياتية الحيوية، وعندما يتقن الطلاب مفهومًا معينًا، يستطيع المعلمون استخدام مسارات التعلم المتدرجة هذه لتسريع الطلاب إلى أعلى من مستوى الصف، وتتضمن المعايير أيضًا فقرات توضيحية، ومحددات قياس لتوجيه المعلمين في إعداد خطط الدروس.

ويستطيع معلمو الطلاب الموهوبين استخدام هذه الفقرات والمحددات لتحدي الطلاب إلى أبعد ما هو متوقع من الطلاب العاديين.

مضامين لإعداد معلمي الطلاب الموهوبين

كثير من معلمي الطلاب الموهوبين، وخاصة معلمي المرحلة الابتدائية، لم يتخصصوا في العلوم، بالإضافة إلى أنهم لا يملكون خلفية علمية قوية، يمكن أن يكون المنهج رائعًا، لكن تدريس العلوم سيكون هامشيًّا في غياب معلم فاعل.

إن مفتاح جذب الطلاب الموهوبين إلى العلوم هو تحسين أساليب معلميهم في التدريس، لذلك فإن على العناصر الأساسية للتطوير المهني أن تعطي المعلمين مزيدًا من الوقت للتواصل، والدعم، والتوجيه الواضح بخصوص ممارسات التدريس باستخدام المنهج الخاص بغرفة الصف، وأن يعالج معيقات تدريس العلوم.

ومما لا شك فيه أن مجموعة من ورش العمل السريعة والتقليدية لن تلبي هذه الاحتياجات؛ لذلك إذا أردنا إحداث تغييرات حقيقية في دروس تعليم العلوم، فعلى الأطراف المعنية أن تكون مستعدة لتقديم الدعم، وتوفير الفرص لتدريب المعلمين، وتوفير المواد والموارد المطلوبة لإيجاد فرص مثالية لتعلم العلوم.

أسئلة للمناقشة

1. في كثير من الولايات الأمريكية لا يختبر الطلاب في العلوم حتى المرحلة المتوسطة، فما الذي يستطيع معلمو الطلاب الموهوبين فعله لتشجيع المزيد من التركيز على العلوم في مدارسهم؟ لماذا عليهم أن يقلقوا من نقص التركيز على العلوم؟
2. بالنظر إلى الطلب الكبير على المعلمين، كيف تستطيع المدارس والمديرون تشجيع معلمي الطلاب الموهوبين والعاديين في المرحلة الابتدائية على تخصيص وقت في العطلة الصيفية للالتحاق بدورات التطوير المهني التي تركز على العلوم؟ ما الخيارات الأخرى -غير عطلة الصيف- التي قد تكون مجدية، وتغطي العناصر الأساسية للتطوير المهني؟

المراجع

Adams, A. Cotabish, A., & Dailey, D. (2015). *A teacher's guide to using the Next Generation Science Standards with gifted and advanced learners.* Waco, TX: Prufrock Press.

Adams. C., Cotabish, A., & Ricci, M. K. (2014). *Using the Next Generation Science Standards with advanced and gifted learners.* Waco, TX: Prufrock Press.

Akinoglu, O., & Tandogan, R. O. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude, and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 3*(1), 71-81.

Allen, D. E., Donham, R. S., & Bernhardt, S. A. (2011). Problem-based learning. *New Directions for Teaching and Learning, 128,* 21-29.

Anderson, R. D. (2007). Inquiry as an organizing theme for science curricula. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 807-830). Nahway, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Belland, B. R., Glazewski, K. D., & Richardson, J. C. (2010). Problem-based learning and argumentation: Testing a scaffolding framework to support middle school students' creation of evidence-based arguments. *Instructional Science, 39,* 667-694.

Buczynski, S., & Hansen, C. B. (2010). Impact of professional development on teacher practice: Uncovering connections. *Teacher and Teacher Education, 26,* 599-607.

Brandwein, P. F. (1995). *Science talent in the young expressed within ecologies of achievement* (RBDM 9510). Storrs: University of Connecticut, The National Research Center on the Gifted and Talented.

Callahan, C., Moon, T., & Oh, S. (2014). *Status of elementary gifted programs.* Retrieved from http://nagc.org/uploadedFiles/Information_and_Resources/ ELEM%20school%20 GT%20Survey%20Report.pdf

Center on Education Policy. (2006, March). *From the capital to the classroom: Year 4 of the No Child Left Behind Act summary and recommendations.* Retrieved from http:// www.cep-dc.org/displayDocument.cfm?DocumentID=301

Change the Equation. (2012). *Vital signs: Reports on the condition of STEM learning in the U.S.* Retrieved from http://changetheequation.org/sites/ default/files/ CTEq_ VitalSigns_Supply (2).pdf

Chin, C., & Chia, L. G. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Educator, 88,* 707-727.

Choi, S., & Ramsey, J. (2009). Constructing elementary teachers' beliefs, attitudes, and practical knowledge through an inquiry-based elementary science course. *School Science and Mathematics, 109,* 313-324.

Coates, D. (2006). 'Science is not my thing': Primary teachers' concerns about challenging gifted pupils. *Education, 34,* 49-64.

Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics, 113*(5), 215-226.

Dailey, D., & Robinson, A. (2013). The effect of implementing a STEM professional development intervention on elementary teachers. Retrieved from ProQuest (UMI 3587609).

Drake, K. N., & Long, D. (2009). Rebecca's in the dark: A comparative study of problem-based learning and direct instruction/experimental learning in two 4th-grade classrooms. *Journal of Elementary Science Education, 21*(1), 1-16.

Duschl, R., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8.* Washington, DC: The National Academies Press.

Feng, A. Z., VanTassel-Baska, J., Quek, C., Bai, W., & Oneill, B. (2005). A longitudinal assessment of gifted students' learning using the integrated curriculum model (ICM): Impacts and perceptions of the William and Mary language arts and science curriculum. *Roeper Review, 27*(2), 78-83.

Furtado, L. (2010). Kindergarten teachers' perceptions of an inquiry-based science teaching and learning professional development intervention. *New Horizons in Education, 58*(2), 104-120.

Gallagher, S. A. (2005). Adapting problem-based learning for gifted students. In F. A. Karnes & S. M. Bean (Eds.), *Methods and materials for teaching the gifted* (2nd ed., pp. 285-312). Waco, TX: Prufrock Press.

Gijbels, D., Dochy, F., Van den Bossche, P., & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research, 75*(1), 27-61.

Goodnough, K., & Nolan, B. (2008). Engaging elementary teachers' pedagogical content knowledge: Adopting problem-based learning in the context of science teaching and learning. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education, 8,* 197-216.

Griffith, G., & Scharmann, L. (2008). Initial impacts of No Child Left Behind on elementary science education. *Journal of Elementary Science Education, 20*(3), 35-48.

Harris, C. J., & Rooks, D. L. (2010). Managing inquiry-based science: Challenges in enacting complex science instruction in elementary and middle school classrooms. *Journal of Science Teacher Education, 21,* 227-240.

Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2006). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark. *Educational Psychologist, 42*(2), 99-107.

Inel, D., & Balim, A. G. (2010). The effects of problem-based learning in science and technology teaching upon students' academic achievement and levels of structuring concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 11*(2), 1-23.

Jarvis, T., & Pell, A. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science in-service program and their effect on pupils. *International Journal of Science Education 26,* 1787-1811.

Johnson, C. C. (2006). Effective professional development and change in practice: Barriers teachers encounter and implications for reform. *School Science and Mathematics, 106*(3), 1-26.

Kallery, M. (2004). Early years teachers' late concerns and perceived needs in science: An exploratory study. *European Journal of Teacher Education, 27,* 147-165.

Keil, C., Haney, J., & Zoffel, J. (2009). Improvements in student achievement and science process skills using environmental health science problem-based learning curricula. *Electronic Journal of Science Education, 13*(1), 1-18.

Kim, K. H, VanTassel-Baska, J., Bracken, B. A., Feng, A., Stambaugh, T., & Bland, L. (2012). Project Clarion: Three years of science instruction in Title 1 schools among K-Third grade students. *Research in Science Education. 42,* 813-829.

Lee, O., & Buxton, C. A. (2010). Diversity and equity in science education: Research, policy, and practice. New York, NY: Teachers College Press.

Lynch, S., Kuipers, J., Pyke, C., & Szesze, M. (2005). Examining the effects of a highly rated curriculum unit on diverse populations: Results from a planning grant. *Journal of Research in Science Teaching, 42,* 912-946.

Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education, 32,* 669-685.

Marx, R., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J., Fishman, B., Soloway, E., Geier, R., & Tal, R. T. (2004). Inquiry-based science in the middle grades: Assessment of learning in urban systemic reform. *Journal of Research in Science Teaching, 41,* 1063-1080.

Metz, K. E. (2008). Narrowing the gulf between the practices of science and the elementary school science classroom. *The Elementary School Journal, 109*(2), 138-161.

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction: What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984-2002. *Journal of Research in Science Teaching, 47,* 474-496.

Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational Research, 49,* 415-430.

National Research Council. (1996). *National science education standards.* Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

National Science Board. (2010). Preparing the next generation of STEM innovators: Identifying and developing our nation's human capital (NSB- 10-33). Retrieved from http://www.nsf.gov/nsb/publications/2010/ nsb1033

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, by States.* Washington, DC: The National Academies Press.

Peers, C. E., Diezmann, C. M., & Watters, J. J. (2003). Supports and concerns for teacher professional growth during the implementation of a science curriculum innovation. *Research in Science Education, 33,* 89-110.

Raghavan, R., Cohen-Regev, S., & Strobel, S. A. (2001). Student outcomes in a local systemic change project. *School Science and Mathematics, 101,* 417-426.

Robbins, J. I. (2011). Adapting science curricula for high-ability learners. In J. VanTassel-Baska & C. A. Little (Eds.), *Content-based curriculum for high-ability learners* (2nd ed., pp. 217-238). Waco, TX: Prufrock Press.

Robinson, A., Dailey, D., Hughes, G., & Cotabish, A. (2014). The effects of a science-focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. *Journal of Advanced Academics, 25,* 159-161.

Robinson, A., Shore, B. M., & Enersen, D. L. (2007). *Best practices in gifted education: An evidence-based guide.* Waco, TX: Prufrock Press.

Roth, K. L., Garnier, H. E., Chen, C., Lemmens, M., Schwille, K., & Wickler, N. I. Z. (2011). Videobased lesson analysis: Effective science pd for teacher and student learning. *Journal of Research in Science Teaching, 4*8(2), 117-148.

Rothwell, J. (2013). The hidden STEM economy. Washington, DC: Brookings Institute. Retrieved from http://www.brookings.edu/research/reports/ 2013/06/10-stem-economy-rothwell

Sandholtz, J. H., Ringstaff, C. (2011). Reversing the downward spiral of science instruction in K-2 classrooms. *Journal of Science Teacher Education, 22,* 513-533.

Sinclair, B. B., Naizer, G., & Ledbetter, C. (2011). Observed implementation of a science professional development program for K-8 classrooms. *Journal of Science Teacher Education, 22,* 579-594.

Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking giftedness and gifted education: A proposed direction forward based on psychological science. *Psychological Science in the Public Interest, 12,* 3-54.

Sungar, S., Tekkaya, C., & Geban, O. (2006). Improving achievement through problem-based learning. *Educational Research, 40*(4), 155-160.

VanTassel-Baska, J. (1992). *Planning effective curriculum for gifted learners.* Denver, CO: Love Publishing.

VanTassel-Baska, J. (1998). Planning science programs for high ability learners. ERIC Clearinghouse on Disabilities and Gifted Education. Retrieved from http://www.ericdigests.org/1999-3/science.htm

VanTassel-Baska, J. (2011). Implementing innovative curriculum and instructional practices in classrooms and schools: Using research-based models of effectiveness (pp. 437-465). In J. VanTassel-Baska & C. A. Little (Eds.), *Content-based curriculum for high-ability learners* (2nd ed., pp. 437-465). Waco, TX: Prufrock Press.

Ying-Tien, W., & Chin-Chung, T. (2005). Effects of constructivist-oriented instruction on elementary school students' cognitive structures. *Journal of Biological Education, 39,* 113-119.

Young, B. J., & Lee, S. K. (2005). The effects of a kit-based science curriculum and intensive science professional development on elementary student science achievement. *Journal of Science Education and Technology, 14,* 417-481.