الفصل الثانى
دور التعليم فى تقديم العلم للأطفال

التجربة الأمريكية ومشكلة تدريس العلم

إن مشكلة فهم العلم والعلوم التى يشكو منها طلابنا هى مشكلة مرت بها بعض البلاد المتقدمة مثل الولايات المتحدة الأمريكية، فمع التطورات العلمية المتلاحقة التى نتج عنها تزايد مستمر لا ينتهى فى كيان المعارف العلمية، وجد المربيون وعلماء التربية فى الولايات المتحدة الأمريكية أنفسهم أمام معضلة كبيرة، تتمثل فى كيفية تعليم العلم لأطفالهم لتأهيلهم لحياة مستقبلية فعالة ومنتجة. ونشأت هذه المعضلة عندما اكتشف هؤلاء المربيون عدم فعالية طرق التعليم التقليدية، التى تعتمد على تدريس كم هائل من مواد العلوم المختلفة دون توضيح الترابط بين هذه المواد، ودون توضيح المفاهيم والعلاقات والقوانين الأساسية التى تقوم عليها فروع العلوم المختلفة.

وإزاء هذا الوضع الخطير، قدمت الجمعية الأمريكية للتقدم العلمى فى عام ١٩٨٥ وثيقة ذات تأثير وفاعلية كبيرة، أطلق عليها "مشروع ٢٠٦١". وينادى هذا المشروع بضرورة عمل تحول شامل فى طرق تدريس العلم؛ من أجل تأهيل أطفالهم لحياة فعالة ومنتجة فى المستقبل. ولأن مذنب "هالى" زار كوكب الأرض فى عام ١٩٨٥، قررت الجميعة أن الطفل الذى يلتحق بالمدرسة الابتدائية فى عام ١٩٨٥ يجب أن يشاهد هذا التحول الشامل فى طرق التدريس، خلال فترة حياته، وقبل عودة مذنب "هالى" مرة أخرى فى عام ٢٠٦١. ومن هنا نبع اسم "مشروع ٢٠٦١" حتى يظل يذكر المسئولين دائمًا بتاريخ الانتهاء من عملية التحول الشامل فى طرق تدريس العلم.

وفيما يخص الحديث عن الكتب العلمية الدراسية وطرق التعليم المستخدمة فى ذلك الوقت، أقر المشروع بأنها لا تساعد فى بناء الثقافة العلمية للأطفال؛ ولأن تلك الطرق كانت تركز على تعليم الأطفال "الإجابات" أكثر من تعليمهم طرق "التفكير في حل الأسئلة واكتشافها". كما أن تلك الطرق تركز على حفظ المعلومات فى الذاكرة، بدلاً من تنمية التفكير النقدى، وتتناول قطعًا متناثرة من المعلومات دون توضيح العلاقات الأساسية

التى تربط بينها، ولا تركز على الممارسات العملية وطرق الاستقصاء العلمى. ويؤكد المشروع بأن المقررات العلمية قد وصلت إلى حد كبير من الضخامة، حتى أصبحت عائقًا أمام عملية فهم العلم وطبيعته. ولهذا جاء مشروع ٢٠٦١ ليقدم مجموعة متجانسة من الأهداف التعليمية لجميع مراحل تعليم الطفل من الابتدائية حتى الثانوية، ويركز فيها على ضرورة عمل تعديلات شاملة فى المقررات العلمية الدراسية.

وينادى المشروع بضرورة تطبيق اساليب جديدة فى تدريس وتقديم العلم لطلاب المدارس، وأن يتم التركيز على فهم واستيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية، بدلاً من التركيز على كمية المعلومات؛ ولأن تعلم العلم والعلوم يجب ان يأخذ حقه من الوقت الكافى لمساعدة وتشجيع الطلاب على الاكتشاف، وعمل الملاحظات، وعمل الأخطاء ثم تصحيحها، ولاختبار الأفكار ولبناء النماذج، وللبحث فى المراجع.

وسوف نتناول فى هذا الفصل بعض المعايير التى نادى بها مشروع ٢٠٦١، وجزءًا من التجربة اليابانية فى التعليم والتى نراها هامة للنظر فيها ودراستها، والأخذ منها بما يتناسب مع ظروفنا وإمكاناتنا.

نحن ومشكلة تدريس العلم

كلنا نعرف جيدا الشكوى السائدة على ألسنة أطفالنا وشبابنا فيما يخص المقررات العلمية (العلوم): "العلوم مادة صعبة لانفهمها"، "نحن لا نحب العلوم"... إلخ. وتمثل هذه الشكوى ناقوس الخطر: فكيف لأجيال لا تفهم العلم ولا تحبه أن تساهم فى صنع مستقبل بلادها؟ وبلاشك، من يفهم العلم وطبيعته، لا يملك إلا أن يحب العلم، لأنه سوف يجد فيه كل الجمال والإثارة الذهنية والإبداع الذى لا يضاهيه أى إبداع. ومن هنا تنبع اهمية تطوير تدريس العلم والعلوم فى المدارس لإعداد اجيال، تحب العلم، وتكون مؤهلة لصناعة مستقبل بلادها. ويقوم المسئولون عن التعليم فى مصر بجهود من أجل تطوير منظومة التعليم، وهى جهود مخلصة وذات رؤية مميزة، وندعو لهم بكل التوفيق فى هذا الدرب الهام، فى هذه المرحلة التاريخية التى نعيشها.

وفى هذه الفترة التى يكثر فيها الحديث عن تطوير التعليم، نود أن نساهم ببعض الاقتراحات، التى نراها مفيدة فى تطوير عملية تدريس العلم والعلوم فى المدارس. وعلى الرغم من أنها

نابعة من تجارب دول أجنبية، إلا أنه من الممكن دراستها واختيار ما يناسب ظروفنا وإمكاناتنا، والاستفادة بتجارب هذه الدول. وهذه الاقتراحات امتداد لاقتراحات سابقة، قام بها المخلصون من أهل هذا البلد، الذين نادوا من قبل بتطوير التعليم وبخاصة تعليم العلوم. ومن الطبيعى أن تستغرق عملية تطوير التعليم وقتًا طويلاً، ولكن الخطوة الأولى نصف الطريق.

اقتراحات عامة لتطوير عملية تدريس العلم فى المدارس

أولا: تشجيع الابتكار والتفكير الحر منذ الصغر

إن العلم لايعتمد فقط على حقائق ونظريات علمية يقرأها المتخصص ويحفظها، ولكنه يعتمد على توفر جزء من الخيال وقدرات إبداعية وابتكارية فى العالم: أن تتوافر لدى العالم القدرة على التفكير من زاوية جديدة، لم يرها أحد من قبله، وأن يأتى بأفكار جديدة، لم يأت بها أحد من قبل. فهناك الكثير والكثير من الأسرار التى تزخر بها الطبيعة، والتى مازال العلماء يجدونها محيرة، ويحاولون فك طلاسمها.

وتتطلب عملية إعداد علماء المستقبل تشجيع الأطفال منذ الصغر على الإبداع والابتكار وزرع الثقة فى نفوسهم؛ ليطرحوا أفكارهم بحرية، حتى لو لم تكن صحيحة، من أجل تحفيزهم على حب التفكير وإعمال العقل، دون أى حرج أو خوف.

وفى هذا السياق، أود أن أتحدث عن جزء بسيط من التجربة اليابانية، أملا أن نجد فيها دروسا مفيدة. لقد احتلت دولة اليابان مرتبة عالية بين دول العالم فى تقدمها العلمى والتكنولوجى، وقد وصلت اليابان لهذه المرتبة بفضل إنجازاتها العظيمة فى مجال التعليم، والممثلة فى توفير تعليم أساسى على درجة عالية من الجودة، يحصل عليه الأطفال فى المدارس قبل الالتحاق بالجامعة، ففى الاختبارات الدولية للرياضيات، يكون ترتيب الطلاب اليابانيين فى القمة او قريب منها. وحاليا أكثر من ٩٥% من اليابانيين متعلمون. واكثر من ٩٥% من اليابانيين يتخرجون من المدرسة الثانوية بالمقارنة ل ٨٨% فى امريكا.

وعلى الرغم من إصرار اليابان على التفوق العلمى للطلاب، إلا أن **التعليم فى مرحلة ما قبل التعليم الأساسى يركز على اللعب الحر لتشجيع الأطفال الصغار على الابتكار والإبداع**

والتأمل فى العالم من حولهم. وهذه هى البداية لمرحلة إعـداد علماء المستقبل؛ فالتفكير والتأمل فى العالم والطبيعة يعتبر من أول الصفات التى يتصف بها العلماء.

وإذا ما زرنا، بعض مدارس الحضانة فى اليابـان سـوف نجدها صاخبة فى معظم الوقت؛ لانشغال الأطفال فـى اللعـب الحر. ويعنى هذا أن الأطفال حرة فى اختيار الألعاب والأنشطة التى يريدونها (فى حدود الأنشطة التى تضمن سلامة الأطفال). فمثلا، يقسم وقت طفل الخمس سنوات فى مرحلة ما قبل التعليم الاساسى فى اليابان كالتالى:

- ٥٠% فى اللعب الحر
- ١٤% فى أنشطة فنية أو حرفية
- ٨% فى الغناء والحركات الموسيقية
- ٧% فى الاجتماعات مع المعلمين
- ٧% فى تناول الوجبات
- ٥% فى عمليات التنظيف
- ١% فى الأنشطة الأكاديمية التعليمية

وخلال اللعب الحر، يلعب الأطفال فى معظم الأحيان بلا إشراف مباشر من الكبار. فبعد لقاء الصباح تجتمع المعلمة بهم فى القاعة الدراسية، وتعطيهم الأدوات والألعاب ليشغلوا فى الأنشطة التى يرغبونها. ويترك للطفل حرية الاختيار بين ان يبقى مع المعلمة فى القاعة، أو أن يتركها ويذهب للعب فى أى مكان آخر، وعادة ما ينتشر الاطفال فى الفناء والقاعات الأخرى وصالة اللعب، كل يقوم بما يرغبه. ويتم إعداد القاعة الدراسية، لا لتكون قاعة دروس فقط، ولكن لتكون صالة لعب للاطفال. وفيما يلى أمثلة للأنشطة التى قد ينشغل بها الأطفال فى القاعة الدراسية أو فى الفناء:

- عمل كريات من ورق السلوفان ورميها إلى السقف فى القاعة الدراسية.
- اللعب بأحواض ماء فى القاعة الدراسية.
- رش الماء بالخرطوم فى فناء المدرسة.
- بناء منازل من قطع الخشب فى القاعة الدراسية.
- اللعب مع الحيوانات الأليفة مثل الأرانب وتقديم الطعام لها.
- عمل مشروع للرى من الرمل والماء وأنابيب بلاستيك فى القاعة الدراسية

- عمل طائرات ومنازل من الصناديق الفارغة فى القاعة الدراسية.
- الكتابة والرسم على الورق فى القاعة الدراسية.

ويهدف نظام التعليم اليابانى إلى تربية روح الجماعة فى نفوس الأطفال، وتنمية الابتكار والإبداع منذ الصغر، وتنمية روح التأمل والتساؤل عن الطبيعة والعالم من حولنا.

فالطفل منذ ولادته يبدأ رحلته لتعلم وفهم ما يحدث فى البيئة المحيطة به، فحب الفضول والتساؤل فطرى فى الانسان، وهو يمثل أحد الصفات الهامة لإعداد العلماء. ولهذا فالطفل يبدأ حياته كعالم صغير يتساءل عن كل شىء من حوله؛ ليفهم الأشياء والأحداث التى تمر فى العالم من حوله. وعلينا أن نشجع ونربى ونحفز الأطفال فى هذه المرحلة على التعبير عن طاقاتهم الإبداعية والابتكارية، وعمل التجارب والأنشطة التى تساعدهم على فهم العالم من حولهم. ولهذا كان من الضروى أن يركز التعليم فى مرحلة الحضانة على اللعب الحر وتوفير الموارد اللازمة؛ ليعيش الأطفال خبرات يومية تنمى من قدراتهم وتفكيرهم، وتوفير المعلمين المؤهلين، للتعامل على أسس علمية

وتربوية وبحب واهتمام مع الأطفال فى هذه المرحلة المهمة. فما يتعلمه الطفل فى مرحلة الحضانة قد يؤثر على قدراته التعليمية فى المراحل التالية، بل وقد يؤثر على قدراته فى التعامل مع الحياة مستقبلاً بالإيجاب أو السلب.

كما أن **النظام الياباني يربى فى نفوس الأطفال الصغار عدم الخوف أو الحرج من إعطاء إجابات خطأ للأسئلة، التى قد توجه إليهم**. وأود أن أذكر بعض الجمل التى توجد فى لافتات معلقة فى بعض القاعات الدراسية فى المدارس الابتدائية فى اليابان:

- لاتخش شيئًا إذا أعطيت إجابة غير صحيحة لسؤال ما، أو إذا عبرت عن فكرة غير صحيحة أثناء اليوم الدراسى.
- **القاعة الدراسية هى المكان الذى يجب ان تفكر فيه بحرية وتعبر عن أفكارك حتى لو اتضح بعد ذلك أنها غير صحيحة.**
- هيا بنا نرفع ايدينا بحرية لنجيب عن الأسئلة، ونعطى الإجابات حتى لو كانت غير صحيحة، فلا يجب أن نشعر بالخوف أو الحرج من طرح أفكارنا حتى لو كانت خطأ.

- لايجب أن نضحك او نستهزئ بالآخرين الذين يعطون إجابات غير صحيحة.
- عندما نعمل معا كفريق ونتشارك فى الأفكار، ونفكر فى الإجابات غير الصحيحة، فسوف نتعلم وننمو ونتطور ونفكر بطريقة أفضل فى المرات القادمة.
- **هيا نوفر معًا مناخًا فى القاعة نعبر فيه بحرية عن افكارنا حتى لو كانت غير صحيحة؛ لأننا نعلم أننا سوف نتعلم شيئًا جديدًا، فى كل مرة نطرح فيها فكرة غير صحيحة.**

وهذا الاتجاه فى التعليم اليابانى يغرس فى نفس الطفل الثقة بالنفس ويحفزه على التفكير بحرية وإعمال عقله للتفكير فى الأسئلة، التى تطرح عليه دون خوف أو حرج. وهذه صفة أخرى من صفات العلماء، فهم يفكرون فى الأسئلة التى تحيرهم عما يحدث فى الطبيعة، ويأتون بإجابات لها، ثم يكتشفون بعد ذلك أنها خطأ، ويحاولون بعد ذلك تصحيح الخطأ للوصول إلى الإجابات الصحيحة. وبهذا علينا أن نغرس فى نفوس أطفالنا عدم الخوف من التعبير عن إجاباتهم وأفكارهم؛ لتنمية قدراتهم على التفكير وطرح أفكارهم وإجاباتهم، والتفكير فيها واكتشاف

الخطأ، ومحاولة الوصول إلى الإجابات الصحيحة. وبهذا فنحن نغرس فيهم صفة مهمة من صفات العلماء.

ثانيا: دور المعلم فى تقديم العلم

١- معايير دور المعلم في تدريس العلم والعلوم

يقع على المعلم العبء الكبير فى عملية تقديم العلم وتدريس العلوم، وفى المساهمة فى تطويرها وتحسينها؛ من أجل إعداد أجيال تحب العلم وتقدره وتفهمه؛ فالمعلم هو الذى يخلق بيئة تعليمية تسمح للطلاب بالعمل كفريق، يرغب فى التعاون فى الأنشطة العلمية وتعلم العلم. ولهذا فالمعلم يجب أن يكون مؤهلاً بالمعرفة النظرية والعملية فى مجاله، وله قدرات فعالة فى تعلم العلم وتدريسه للطلاب بطريقة تجعلهم يفهمون المفاهيم العلمية ويحبون دراسة العلم. ومن هنا تنبع ضرورة التدريب والتطوير المستمر لمعلمي العلوم.

وهناك بعض المعايير التى وضعتها اللجنة القومية لتعليم العلم، فى الولايات المتحدة الأمريكية، لدور المعلم فى تدريس العلم. ونختار منها المعايير الآتية، مع ملاحظة ان مسئوليات المعلم التى تذكرها هذه المعايير، لن يتم إنجازها بعمل المعلم وحده فقط، وإنما يتطلب الأمر توفير الإمكانات

والموارد للمعلم من قبل المسئولين عن التعليم، حتى يستطيع أن يقوم بدوره الفعال والصحيح فى العملية التعليمية. ويمكن النظر فى هذه المعايير ودراستها والاستفادة منها بالقدر الذى يناسب ظروفنا وإمكاناتنا الحالية.

- يخطط المعلم لبرنامج العلوم ليكون مؤسسًا على الاستقصاء العلمى، من خلال التركيز على الآتى:
  - المساهمة فى تحديد وتطوير الأهداف التعليمية للطلاب خلال العام الدراسى، بما يتناسب مع طبيعة الاستقصاء العلمى.
  - المساهمة فى اختيار محتوى المقرر العلمى وتصميم المنهج؛ ليناسب اهتمامات الطلاب وحصيلتهم المعرفية، ومستوى فهمهم، ومستوى قدراتهم وخبراتهم.
  - المساهمة فى اختيار استراتيجية تدريس تدعم استيعاب الطلاب للمواد العلمية، مع رعاية الطلاب المتميزين الذين يرغبون فى تعلم المزيد بطريقة مستقلة.
  - التعاون مع الزملاء والمعلمين الآخرين، كفريق يسعى لهدف واحد.

- يقدم معلم العلوم الإرشادات للطلاب ويسهل لهم التعلم، من خلال التركيز على الاتى:
  - يركز على ويدعم التساؤل والبحث العلمى، خلال تفاعله مع الطلاب.
  - يدير المناقشات العلمية بين الطلاب بقليل من التدخل؛ بحيث يكون للطلاب مركز الصدارة فى المناقشات.
  - يحفز الطلاب على المشاركة فى مسئولية تعلمهم.
  - يستجيب بموضوعية للتنوع بين الطلاب لتشجيع الجميع على المساهمة فى تعلم العلوم.
  - يشجع على مهارات الاستقصاء العلمى وحب الفضول، والانفتاح لأفكار جديدة.
- يقوم معلم العلوم بعملية تقييم مستمرة لأدائه فى التدريس ولأداء الطلاب فى تعلم العلم، بالتركيز على التالى:
  - يستخدم المعلم طرقًا مختلفة بصفة مستمرة لجمع بيانات عن مدى فهم الطالب للمادة العلمية وعن قدراته.
  - يحلل المعلم البيانات لتوفر له إرشادات تساعده على تعديل عملية التدريس للأفضل.

- يرشد المعلم الطالب فى عملية تقييم الطالب لنفسه.
- يستخدم المعلم البيانات عن الطلاب وملاحظاته لتحسين ممارساته فى التدريس.

- يقوم معلم العلوم بتصميم وإدارة البيئة التعليمية، التى تمد الطلاب بالوقت الكافى والمكان والموارد الكافية لتعلم العلم، من خلال التركيز على الآتى:
  - إعادة تنظيم الوقت المتاح ليساعد الطلاب على الانشغال فى الأبحاث والتجارب العلمية لفترة أطول.
  - اتخاذ اللازم لتوفير شروط السلامة فى بيئة المعامل.
  - اتخاذ اللازم لتوفير الأدوات والموارد اللازمة للطلاب للقيام بالتجارب والأبحاث.
  - التعرف على الموارد العلمية خارج المدرسة والاستفادة منها فى تعليم الطلاب.
  - أشغال الطلاب فى تصميم البيئة التعليمية.
- يساهم معلم العلوم بنشاط وحماس فى التخطيط المستمر وتطوير برامج العلوم، وذلك بعمل الآتى:
  - المساهمة فى التخطيط والتطوير لبرامج العلوم.

- المساهمة فى اتخاذ القرارات الخاصة بتوزيع الوقت والموارد الأخرى فى المدرسة.
- المساهمة فى تخطيط وتنفيذ البرامج التدريبية المحترفة لتطوير المعلمين.

٢- دور المعلم فى تدريب الطلاب على الاستقصاء العلمى

قام المركز القومى لتطوير المناهج فى الولايات المتحدة الأمريكية، بالتعاون مع المعهد القومى للصحة هناك، بإصدار كتاب عن عملية تعليم الاستقصاء العلمى لطلاب المدارس. ويؤكد الكتاب أن الطلاب المنشغلين فى التعلم النشط والاستقصاء العلمى يطورون مهاراتهم، مما يجعلهم قادرين على القيام بعمليات التحليل العلمى وتقييم الأدلة العلمية، وعقد مناقشات وحوارات علمية بناءة مع زملائهم، كما أنهم يتعاونون مع الآخرين فى دراسة المشكلات وحلها، وفى التخطيط لعمليات البحث العلمية. ومن خلال هذا التعاون والعمل الجماعى بينهم، يحصلون هؤلاء الطلاب على خبرات تعليمية أفضل. فعندما يؤسس التعلم الجماعى النشط على الاستقصاء العلمى، يساعد ذلك الطلاب على عمل

أبحاثهم واكتشافاتهم بنجاح، واكتساب خبرات طرح الأسئلة وعمل الملاحظات وتحليل البيانات وعمل التفسيرات والاستنتاجات، ثم طرح أسئلة جديدة نابعة من هذه الاستنتاجات.. وهكذا تستمر عملية تعلم العلم بالطريقة السليمة.

ويطرح الكتاب تطبيق نموذج دورة التعلم لتدريب الطلاب على الاستقصاء العلمى فى المدارس؛ لإرساء قواعد المناخ الإيجابى التفاعلى فى القاعة الدراسية. ويشمل النموذج خمس مراحل تسمى 5E instructional model، وهو عبارة عن ترتيب للخبرات التعليمية التى تتيح للطلاب الفرص لتنمية قدراتهم على الفهم والاستيعاب. وتشمل الخمس مراحل الآتى: مرحلة الانشغال Engagement، ومرحلة الاستكشاف Exploring، ومرحلة التفسير Explanation، ومرحلة التطبيق Elaboration، ومرحلة التقييم Evaluation. وبلاشك، للمعلم دور حيوى وفعال فى نجاح تطبيق هذا النموذج مع الطلاب فى كل مرحلة من مراحله كما هو موضح كالآتى:

دور المعلم فى مرحلة الانشغال:

- إثارة فضول الطلاب لكسب اهتمامهم بالأنشطة العلمية وعملية الاستقصاء العلمى.
- التأكد من فهم الطلاب واستيعابهم لعملية الاستقصاء العلمى.
- تشجيع الطلاب على التعبير عن افكارهم العلمية دون اى حرج او خوف من الفشل.
- تشجيع الطلاب على طرح أسئلة مميزة وغير نمطية نابعة من تفكيرهم المستقل.

دور المعلم فى مرحلة الاستكشاف:

- تشجيع الطلاب على التفاعل فيما بينهم، والعمل كفريق واحد متماسك.
- ملاحظة الطلاب والاستماع لهم أثناء تفاعلهم مع بعضهم البعض.
- طرح أسئلة ثاقبة على الطلاب؛ لتمكنهم من استيعاب الخبرات العلمية التى يمرون بها.
- منح الطلاب الوقت الكافى اللازم للتفكير فى حل المشكلات التى قد يواجهونها خلال النشاط العلمى.

دور المعلم فى مرحلة التفسير:

- تشجيع الطلاب على الاستعانة بخبراتهم العلمية اليومية والبيانات من مرحلتى الانشغال والاستكشاف للوصول إلى التفسيرات الأقرب للصحة.
- طرح الأسئلة المناسبة على الطلاب لحثهم وتحفيزهم على التعبير عن تفسيراتهم ومدى فهمهم لها.
- طلب أدلة علمية من الطلاب، تدعم التفسيرات التى توصلوا إليها.
- توفير الوقت للطلاب لمقارنة أفكارهم بأفكار الآخرين، وربما تعديلها.
- تقديم تفسيرات بديلة وجديدة للطلاب، بعد أن ينتهوا من التعبير عن تفسيراتهم ومناقشتها مع المعلم.

دور المعلم فى مرحلة التطبيق:

- مساعدة الطلاب على الربط بين الخبرات القديمة والجديدة.
- تشجيع الطلاب على استخدام ما تعلموه؛ لشرح فكرة جديدة أو حدث جديد.

- تدعيم استخدام الطلاب للمصطلحات العلمية والوصف العلمى الذى تعلموه من قبل.
- طرح أسئلة على الطلاب لمساعدتهم فى عمل استنتاجات جيدة من الأدلة العلمية والبيانات لديهم.

دور المعلم فى مرحلة التقييم:

- ملاحظة الطلاب أثناء عرضهم للأبحاث، وتسجيل ملاحظاته عنهم؛ لمعرفة مدى استيعابهم للمفاهيم العلمية ومهاراتهم فى الأداء.
- عقد مقابلات مع الطلاب بصفة مستمرة كوسيلة لتقييم مستوى التطوير، الذى أحرزوه فى فهمهم واستيعابهم للنشاط العلمى.
- تشجيع الطلاب على تقييم أدائهم فى نواحى التحسين والتقدم او القصور.

ونختم هذا الجزء بوصف لدور معلم العلوم الفعال بصفة عامة:

- يحترم قدرات جميع الطلاب، ويأخذ بعين الاعتبار القدرات الإدراكية لكل طالب على حدة.

- يضع فى الاعتبار المعرفة والاهتمامات السابقة للطلاب عند اختيار وتطبيق الاستراتيجيات والأساليب التعليمية.
- يؤمن بأن جميع الطلاب قادرون على التعلم وعلى إحراز النجاح فيه.
- يعمل على توفير مناخ تعليمى فيه من الإثارة والتحدى البناء، ولكن غير مهدد للطلاب.
- يلتزم ويتعهد بالقيام بعملية التعليم على أحسن وجه؛ من أجل التنمية الفكرية لجميع الطلاب.
- يثق بنفسه وبأنه قادر وايجابى، ويمكن الاعتماد عليه.
- يؤمن بقدرته على التدريس الفعال، وأنه سوف يؤدى إلى نتائج تعليمية إيجابية

ثالثا: التركيز على فهم طبيعة العلم

تناولت الجمعية الامريكية العلمية لتقدم العلوم، فى اصدارها عن معايير الثقافة العلمية، اهمية تطوير تعليم العلم فى المدارس بالتركيز على فهم طبيعة العلم. ونتناول هنا بعض الافكار التى جاءت فى هذا الإصدار، إيمانًا بضرورة تغيير المنظور السائد عن العلم والاقتراب إلى رؤية العلم من منظور أكثر دقة وعمقًا وشمولية.

وعادة ما تركز طرق التعليم التقليدية على حفظ ودراسة كميات هائلة من المعلومات العلمية، دون التركيز على تعريف الطلاب لمفهوم العلم وطبيعته. ولهذا من الضرورى دراسة العلم كسعى فكرى واجتماعى؛ من أجل فهم العالم من حولنا وكيفية عمله، وأن تحتل هذه الدراسة مكاناً أساسيًا فى المقررات والمناهج وللأسباب الآتية:

- إن التعرف على الكيفية التى يعمل بها العلماء، وكيفية توصلهم إلى الاستنتاجات العلمية ومحدودية هذه الاستنتاجات سوف يساعد الطلاب على التفاعل بطريقة أفضل مع الأفكار العلمية، واكتساب قدرة أفضل على النقد البناء.
- أن تعلم الطريقة التى يعمل بها العلم، واكتساب القدر الأساسى من المفاهيم العلمية، سوف يمكن الطلاب من متابعة قصة المغامرة العلمية التى سوف تروى خلال حياتهم. وهى قصة بها الكثير من الجمال والابتكار والمتعة.
- فى كثير من الأحيان يكون لدى الكثيرون أفكار غير صحيحة عن العلم وكيفية عمله، وبخاصة لدى الشباب، ولكن لايتم تناولها فى مراحل التعليم المختلفة؛ لان المناهج

تركز على تعليم المفاهيم والقوانين والنظريات. ولهذا يجب التركيز فى المناهج التعليمية على دراسة العلم كطريقة للحصول على المعرفة الدقيقة.

إرشادات عامة لتدريس وفهم طبيعة العلم

- يجب التركيز بدرجة كبيرة على اكتساب الطلاب للخبرات العلمية، خلال التعامل مع الظواهر الطبيعية والاجتماعية والحصول على متعة العلم.
- أن زيادة الخبرات العلمية والقدرة على تفسير النتائج سوف تساعد الطلاب على التفكير فى العملية العلمية وكيفية حدوثها.
- عند تناول الاستنتاجات العلمية التى حصل عليها العلماء لتفسير الظواهر، يجب شرح وتوضيح الكيفية، التى توصل بها العلماء إلى هذه الاستنتاجات.
- يجب تشجيع الطلاب عبر سنوات الدراسة على التساؤل المستمر، وفحص كل المعلومات والنتائج التى يحصلون عليها، والاستمرار فى طرح السؤال: كيف نعرف أن هذا الاستنتاج أو أن هذه الفكرة صحيحة؟

- التركيز على المنظور التاريخى للعلم والعلماء حيث إنه يوفر طريقة لفهم كيف يعمل العلم، والكيفية التى توصل بها العلماء لاكتشافاتهم.

- التركيز على أن التقدم العلمى يحدث بصفة مستمرة؛ فالثورات والاختراقات العلمية لاتمثل كل العلم، فالعلم ينمو بالأحداث الصغيرة، كما ينمو بالثورات العلمية، وكلها تمثل قصة العلم الشيقة. ولهذا لايجب أن يقتصرالتركيز على العلماء العظماء، الذين قاموا بالثورات العلمية فقط (بفضل عبقريتهم وحظهم والفرص التى كانت لديهم)، ولكن يجب أن يتعلم الطلاب أن هناك مجموعات مختلفة من العلماء والمتخصصين، وبعضهم قد يكونون من المجهولين، الذين يعملون فى صمت، قدموا للعلم ومازالوا يقدمون له.

- ولفهم واستيعاب تاريخ العلماء، يحتاج الطلاب المواد العلمية المناسبة، مثل: المراجع والافلام والسير الذاتية. ويجب أن تشمل هذه المراجع تاريخ العلم ابتداءً من عصر القدماء المصريين، والإغريق والصينيين والعرب حتى العصر الحديث.

ولفهم طبيعة العلم، يحتاج الأمر إلى فهم واستيعاب المكونات التالية:

١- الرؤية العلمية للعالم من حولنا

The scientific view of the world

٢- الاستقصاء العلمى Scientific inquiry.

٣- المشروع العلمى The scientific enterprise.

ومن الضرورى التعرف على هذه المكونات وفهمها؛ من اجل تقديم العلم بالطريقة السليمة للطلاب فى المدارس، وهى كالآتى:

١- **الرؤية العلمية للعالم من حولنا**

يتطلب فهم طبيعة العلم أن نفهم الكيفية التى يحصل بها العلماء على الرؤية العلمية للعالم من حولنا، وملامح المعرفة العلمية، التى يساهمون فى تكوينها على مر العصور.

- أن العلماء يشتغلون بالعلم من أجل تكوين رؤية علمية، تفسرما يحدث فى الطبيعة والعالم من حولنا. وفى هذا الصدد، نرى ما يلى:

- أن فهم الكون وكيفية عمله يتم بالعمل الجماعى التراكمى لجميع العلماء عبر الزمن.
- أن الكون يمثل منظومة متحدة، وأن المعرفة التى نحصل عليها من دراسة جزء منه، من الممكن ان تطبق فى دراسة أجزاء أخرى.
- أن المعرفة العلمية ثابتة بصفة عامة، ولكنها قابلة للتغيير التدريجى.

• أن عملية فهم الكون وكيفية عمله سوف تستمر إلى الأبد، وأن العلم لن ينتهى مادام الإنسان على وجه الأرض. وفى هذا الصدد نرى ما يلى:

- كلما توصل العلماء إلى إجابات لأسئلة كانت تحيرهم عن شىء ما فى الكون، فهم فى نفس الوقت يجدون أشياء جديدة محيرة، تحتاج إلى إجابات بعد ذلك. وهكذا تستمر العملية بلا توقف.
- إن قدرة الإنسان على توليد معرفة جديدة عن الطبيعة هى قدرة محدودة. فأحيانًا تفشل الأبحاث العلمية فى العثور على إجابات مقنعة للأسئلة التى يسعون لحلها.

ولكن عملية البحث لا تنتهى، وتستمر بجدية سعيًا للتوصل إلى الإجابات العلمية المقنعة والمنطقية.

- عندما نتحدث عن أن العلم سوف يتوصل لإجابات عن الأسئلة المطروحة، يكون ذلك مقرونًا باستخدام عبارات، مثل: "فى معظم الأحيان"، و"فى المدى البعيد". للتأكيد على أن العلم لايأتى بمعرفة مطلقة، وأن المعرفة العلمية قابلة للتعديل فى كل الأوقات عندما تأتى نظريات جديدة لطرح التعديلات.

- الاعتقاد بأن المعرفة التى تكتسب من دراسة جزء فى الكون، يمكن أن تطبق فى جزء آخر فى الكون، هو اعتقاد صحيح بدرجة ما، ولكن ليس فى كل الأوقات. فمثلاً، من الممكن أن يكون سلوك كائن ما فى المعمل مختلفًا عن سلوكه فى البيئة الطبيعية.

- أن فكرة أن "المعرفة العلمية قابلة للتعديل" قد تكون صعبة الفهم لدى الطلاب؛ لأنها تعارض صفة اليقينية والحقائق الشائعة عن العلم، وتعارض الرغبة فى اليقين، التى تكون لدى معظم فئات المجتمع وبخاصة الأطفال والشباب. ولهذا يجب تصحيح الأفكار غير الصحيحة والشائعة عن العلم.

- أن حدوث التغير فى المعرفة العلمية ليس حدثًا بسيطًا. فعندما تنشأ أسئلة جديدة حول ظاهرة ما، يتم طرح نظريات جديدة، وقد يؤدى ذلك إلى اختراع آلات جديدة، وتطوير تقنيات جديدة. واستجابة لذلك، يتم عمل تجارب جديدة، وتجميع عينات جديدة، وعمل ملاحظات جديدة، والقيام بتحليل جديد. وفى بعض الأحيان، تعارض النتائج وتتحدى النظريات الموجودة، مما يؤدى إلى تعديلها أو فرض نظريات جديدة كلية، والتى سوف تؤدى إلى تجارب جديدة وملاحظات جديدة و....إلخ. وهكذا تستمر مسيرة المنهج العلمى بلا توقف للكشف عن مكونات وأسرار الكون من حولنا. ومن الضرورى أن يفهم ويدرك الطلاب هذه العملية المستمرة، التى تمثل طرق الاستقصاء العلمى.
- فى حالة حدوث تغيير فى المعرفة العلمي، فإنه غالبا ما يحدث فى الحدود الفاصلة للأبحاث العلمية، بحيث يظل الكيان الأساسى للمعرفة العلمية ثابت؛ لأن التغيير يحدث بسرعة بطيئة ويمتد تدريجيًا. والعلماء يقبلون الفكرة بأن المعرفة العلمية دائمًا قابلة للتعديل، ولايمكن وصفها على أنها مطلقة. وهذه من الأفكار المهمة التى يجب شرحها وتناولها مع الطلاب.

٢- **الإستقصاء العلمى**

الاستقصاء العلمى عملية تتطلب الكثير من الخيال والابتكار أكثر مما يتوقع الكثيرون. وهى عملية أكبر من فكرة عمل ملاحظات كثيرة بعناية ثم تنظيمها، وهى أكثر مرونة من الخطوات المعروفة بالمنهج العلمى، وهى أكثر من إجراء التجارب، وليست محددة بالمعامل العلمية.

ويعبر الاستقصاء العلمى عن الطرق المختلفة التى يستخدمها العلماء لدراسة الطبيعة والكون، ولشرح ما يحدث فى الطبيعة من حولنا، بناء على أدلة علمية يحصلون عليها خلال أبحاثهم. كما يعبر الاستقصاء العلمى عن الأنشطة العلمية التى يقوم بها الطلاب لتطوير معرفتهم وفهمهم للافكار العلمية، وفهمهم للطرق المختلفة التى يدرس بها العلماء الطبيعة والكون.

ومن الضرورى أن تركز العملية التعليمية على تدريس طبيعة الاستقصاء العلمى وخطواته للطلاب وتدريبهم على ممارسة هذه العملية. فعندما يساهم الطلاب بأنفسهم فى عمليات الاستقصاء العلمى، فإن المعلومات والخبرات التى

يحصلون عليها، سوف تكون أكثر دقة ومنطقية فى معظم الأحيان. ولممارسة الاستقصاء العلمى فى المدارس، سوف يتطلب الأمر إعادة النظر فى المعمل المدرسى النمطى؛ فالتجربة المعتادة فى المدارس تكون مختلفة عن الوضع الحقيقى للتجربة. ففى المدارس، السؤال الذى يتم فحصه يتم إعداده بواسطة المعلم، وليس بواسطة الباحثين (الطلاب) ويشمل ذلك الأجهزة المستخدمة، والبيانات التى تجمع، وتنظيم البيانات. كما أنه لايسمح بوقت كاف لتكرار التجربة عندما لاتسير الأمور بالشكل الصحيح، أو لتعديل التجربة. كما أن النتائج لايتم تقديمها للباحثين الآخرين للنقد. وأخيرًا، فإن الاجابة الصحيحة للسؤال تكون معروفة مقدما. وهذا يناقض طبيعة العلم والاستقصاء العلمى كلية.

وبلاشك أنه يمكن تصميم المعمل المدرسى لمساعدة الطلاب فى تعلم طبيعة الاستقصاء العلمى. وكخطوة أولى نحو هذا الهدف، يمكن تقليل عدد التجارب المراد عملها من أجل توفير وقت أطول للتفكير فى الأسئلة بطريقة أعمق؛ لمساعدة الطلاب على إعمال عقولهم وتنمية ملكة التفكير العلمى لديهم. وبعمل هذا التغيير، يجب الاستفادة من

الخبرات المعملية المدرسية لخدمة أغراض أخرى مهمة؛ فمثلا، توفر المعامل فرص جيدة للطلاب للتعاون معا كفريق واحد؛ من اجل التعرف على واستيعاب الظواهر الطبيعية التى يدرسها العلم. وبهذا فالمعمل المدرسى يجب أن يركز على تدريب الطلاب على العمل الجماعى، وأن يعلمهم أن العمل الجماعى سمة أساسية فى حياة العلماء، وأنه أحد الأسس التى يعملون وفقها.

ولتحقيق درجة أكثر طموحا مع الطلاب، يمكن أن يطلب منهم تقديم أبحاث أو مشاريع علمية قائمة على تطبيق خطوات العلم الصحيح. فمثلاً، قبل التخرج من المدرسة، يقوم الطالب بعمل بحث أو مشروع بنفسه أو بالتعاون مع فريق من زملائه. ولكى يقوم البحث على خطوات العلم الصحيح، يستلزم الأمر أن يقوم الطلاب بأنفسهم بتشكيل السؤال، وتصميم طريقة البحث، وتقدير الوقت والتكاليف للعمل، وضبط الأجهزة، وعمل محاولات أولية للتجربة، وكتابة التقرير والاستجابة للنقد. ولأن هذه الأبحاث قد تستغرق أسابيع أو شهورًا، فمن الممكن القيام بها بعد مواعيد الدراسة، أو تقسيم الوقت على حسب جدول الطالب؛

بحيث لايتعدى الوقت الكلى للبحث مجموع الساعات المعملية الأسبوعية النمطية، التى لاتساهم كثيرًا فى فهم الطالب لعملية الاستقصاء العلمى. ولهذا فإنه من الضرورى، قبل مرحلة تقديم مشروع التخرج، أن يتم تدريب الطلاب مقدمًا على كيفية القيام بمراحل المشروع بطريقة مستقلة، دون الاستعانة بالمعلم؛ لتأهيلهم لعمل مشروع التخرج وحدهم بالاعتماد على أنفسهم.

٣- المشروع العلمى

تمثل الأبحاث والأنشطة العلمية أحد الملامح الرئيسية فى عالمنا المعاصر، حيث تشعبت وتراكمت فى جميع المجالات العلمية، وفى جميع دول العالم تقريبًا. وتقام الأبحاث العلمية من خلال الدعم والتمويل، الذى تمنحه المؤسسات الحكومية أو غير الحكومية فى أى بلد. وبهذا فالأبحاث والأنشطة العلمية تمثل مصدر دخل لعدد كبير من العاملين فى مجالها. ومن هذا المنطلق، من المهم أن يفهم الطلاب دور العلم فى المجتمع، لتأهيلهم للقيام بدورهم المستقبلى فى التأثير على توفير أو عدم توفير الدعم المالى

للأبحاث فى مجال العلوم الأساسية والتطبيقية؛ فالطلاب يحتاجون إلى التعرف على أربع نواحٍ للمشروع العلمى: تركيبته الاجتماعية، نظامه وماهيته المؤسسية، أخلاقياته، ودور العلماء فى الشئون العامة للمجتمع. ولايحتاج الأمر مناقشة هذه الموضوعات فى المراحل الأولى للتعليم الأساسى ولكن يجب أن يتم تناولها تدريجيًا مع تقدم الطلاب فى المدارس. وعندما يحين وقت التخرج، يجب أن يكون لدى الطلاب الخلفية العلمية والثقافية للتحدث بصفة عامة عن طبيعة المشروع العلمى، وأن يكونوا قادرين على فهم المناقشات فى قضايا العلم المختلفة، التى يسمعون عنها من وسائل الإعلام المختلفة.

رابعًا: أن يكون تدريس العلم متسقًا مع طبيعة الاستقصاء العلمى

يحتاج الطلاب للتعرف على الأفكار والمفاهيم والطرق العلمية، التى تميز العلم عن غيره من العلوم. فالعلم ليس فقط معلومات علمية يقرأون عنها فى الكتب العلمية، ولكنه طريقة عمل وبحث وتساؤل وتفكير، تقوم على الاستقصاء العلمى. ولهذا على منظومة التعليم مسئولية كبيرة فى تقديم العلم

وطبيعته ومفاهيمه للطلاب بطريقة متسقة مع الاستقصاء العلمى، بالتركيز على الأساليب الآتية:

- **البدء بأسئلة عن الطبيعة:** يبدأ التدريس الصحيح للعلم بطرح أسئلة على الطلاب لإثارة تفكيرهم والحديث عن الظواهر الطبيعية الشيقة، التى تكون مألوفة لهم، مع البعد عن الأفكار المجردة أو الظواهر التى لاتتوافق مع مستوى إدراكهم واستيعابهم؛ فطلاب المدارس يحتاجون للتعرف على الأشياء التى من حولهم (مثل الآلات والكائنات الحية والمواد والأشكال) عن طريق ملاحظتها، وجمع عينات منها، ووصفها، والتعامل معها، والشعور بالحيرة منها، وطرح أسئلة عنها، وعمل مناقشات عليها، ومحاولة إيجاد إجابات عن الأسئلة التى تحيرهم عن هذه الأشياء. وللمعلم دور حيوى فى هذه العملية لتحويلها إلى عملية شيقة ومغامرة يتمتع بها الطلاب، بأن يكون المعلم محبا للعلم والتساؤل عن طبيعة الاشياء، حتى ينقل هذا الحب لطلابه.
- **إشغال الطلاب بطريقة نشطة فى العلم:** لكى يتعلم الطلاب العلم بالطريقة السليمة، فهم يحتاجون إلى توفير فرص

تعليمية كثيرة ومتنوعة للقيام بتجميع العينات، وتنظيمها فى مجموعات، والقيام بالملاحظات وكتابتها، وعمل مقابلات للحصول على المعلومات اللازمة، واستخدام الأجهزة والأدوات للحصول على القياسات المطلوبة. وخلال الأنشطة العلمية فى المدرسة، يجب أن يحصل الطلاب على فرص للقيام بالتجارب العلمية العديدة مثل التشريح، والقياس، والكشف عن الخواص الكيميائية للمواد، وزرع النباتات، وملاحظة سلوكيات الحيوانات ودراستها. هذا بالإضافة إلى الاهتمام بعمل القياسات الدقيقة، بتحديد الجهاز المناسب للقياس، وكيفية اختبار صحة القياسات. وبلا شك، يحتاج ذلك إلى توفير الموارد المختلفة لتحقيق أهداف عملية تعليم العلم والعلوم بالطريقة السليمة.

- **التركيز على جمع العينات واستخدام الدليل العلمى:** يجب ان يركز المعلم على طرح مشكلات علمية على الطلاب (تتناسب صعوبتها مع قدرات الصف الدراسى) تطلب منهم تحديد الدليل العلمى المناسب لكل مشكلة واقتراح تفسيراتهم الخاصة بمعنى الدليل. ويتطلب ذلك التركيز على عمل الملاحظات الدقيقة والجادة، وتحليل البيانات على أسس التفكير العلمى المنطقى. وخلال هذه العملية، يحتاج الطلاب

إلى الإرشادات والتشجيع والتدريب على تجميع وتنظيم وتحليل الدليل، والوصول إلى الاستنتاج المنطقى الأقرب للصحة. ومن الضرورى أن تتم هذه الأنشطة بطريقة شيقة وممتعة، وبعيدة كل البعد عن الملل، ومحفزة للطلاب حتى يتقبلوها ويرغبوا فى ممارستها مرة اخرى وإجادتها وإحراز التقدم فيها. وهنا يأتى دور المعلم فى أسلوبه فى تناول النشاط وحواراته البناء والتفاعلية مع الطلاب، وفى إرساء مناخ علمى إيجابى يستمتع به الطلاب.

- **تناول المنظور التاريخى:** يتعلم الطلاب خلال سنوات دراستهم فى المدرسة عديدًا من الأفكار العلمية، التى يتم تناولها فى سياق تاريخى. ومن الضرورى اختيار أمثلة تاريخية تمثل نطاق وتنوع المشروع العلمى. فالطلاب يحتاجون إلى أن يتعلموا عن كيفية نمو الأفكار العلمية وعن دور العلماء التاريخى فى بناء كيان المعرفة العلمية. ومن هنا كانت دراسة التاريخ ضرورية للتدريس الفعال للعلم؛ لأنها تمد الطلاب بالرؤية الاجتماعية والإنسانية للعلم. فمثلاً، من الضرورى أن يعرف الطلاب أن جذور العلم تكمن فى الحضارات القديمة مثل الحضارة المصرية

القديمة، والإغريقية والعربية والصينية وحضارات أخرى، وان مسيرة العلم تشمل الإنسانية كلها.

- **تطبيق طرق العمل الجماعى:** يجب على المعلم التركيز على أن العمل الجماعى من الركائز التى يقوم عليها العلم، وأنه صفة من الصفات الأساسية للعلماء؛ من اجل تشجيع الطلاب على ممارسة العمل الجماعى اقتداء بالعلماء. كما يجب على المعلم أن يركز على أن تجرى الأنشطة العلمية بصورة جماعية؛ بحيث يشترك الطلاب مع بعضهم البعض فى أداء جميع خطواتها، ويتحاورون مع بعضهم البعض لمناقشة هذه الخطوات وتقييم نتائجها. فممارسة الأنشطة العلمية بصورة جماعية تدرب الطلاب على التواصل الذى يحدث بين العلماء فى حياتهم العملية. وبهذا.. فإن هذه الأنشطة تجعلهم يمارسون العلم ويتدربون على طرقه، بدلا من التركيز فقط على التعلم الفردى مع الكتب والواجبات المدرسية.

خامسا: أن يعكس تدريس العلم القيم العلمية

إن العلم يتعدى كونه مجموع معارف وطريقة للتحقق منها، فهو نشاط اجتماعى يقوم على بعض القيم المهمة، مثل: حب

التساؤل، والابداع، والخيال، والجمال. فهذه القيم ضرورية للسعى فى مسيرة العلم، ويجب ان تكون جزءًا مهمًا من خبرات الطلاب أثناء مراحل التعليم ودراستهم للعلم، من خلال تركيز منظومة التعليم على الاساليب الآتية:

- **تشجيع حب التساؤل والفضول.** يجب على معلم العلوم تشجيع الطلاب على طرح أسئلة عن الشىء الذى يدرسونه، ومساعدة الطلاب فى التوصل إلى صياغة الأسئلة بوضوح كاف؛ حتى يستطيعون البحث عن الاجابات المناسبة. كما على المعلم اقتراح طرق فعالة تمكن الطلاب من الحصول على معلومات، يستخلصون منها الإجابات المنطقية السليمة لأسئلتهم. وفى هذا السياق، من المهم مكافأة الطلاب المتميزين الذين يطرحون أسئلة غير نمطية ومناسبة للموضوع. كما أنه خلال حصة العلوم، يجب أن يتعلم الطلاب أن حب التساؤل وطرح أفكار إبداعية غير نمطية تمثل ممارسات ضرورية، ولاتقل فى أهميتها عن حفظ المعلومات العلمية.
- **تنمية الخيال والابداع.** يعتقد البعض أن العلم ليس له علاقة بالخيال، ولكن الحقيقة أن تنمية ملكة الخيال والإبداع من الملامح الأساسية للعلم وكانت ومازالت سببًا رئيسيًا فى

تقدمه. وبناء على هذا، يجب أن تكون قاعات تدريس العلوم الموقع الأساسى لتشجيع وتدريب الطلاب على تنمية ملكات الخيال والإبداع والابتكار لديهم. كما أن المعلمين المؤهلين يستطيعون التعبير عن قدراتهم الإبداعية، من خلال إعداد أنشطة علمية، تحفز الطلاب على استخدام خيالهم فى الإبداع والابتكار بدرجة عالية.

- **تشجيع روح النقد البناء.** يقوم العلم على النقد البناء والتصحيح المستمر للأفكار والنظريات العلمية. فكل تجربة أو فكرة علمية تخضع بصفة مستمرة للنقد والاختبارات المتكررة للتأكد من صحتها. ونفس الشيء يجب أن يطبق مع الطلاب فى حصة العلوم، فعلى المعلم أن يحاور الطلاب ويقيِّم أنشطتهم العلمية بصفة مستمرة، من خلال طرح أسئلة نقدية عليهم؛ فمثلاً يمكن أن يطرح المعلم الأسئلة الآتية على الطالب: ما مصدر معرفتك لما تقول؟ ما دليل صحة النتائج؟ ما تفسيرك للنتائج؟ هل هناك تفسيرات أخرى للنتائج، التى حصلت عليها؟ فمثل هذه الأسئلة تنشط أذهان الطلاب وتحفزهم على التفكير فى الأنشطة العلمية التى يقومون بها، وتجعلهم يكتسبون عادات استقبال الأسئلة النقدية دون حرج وبكامل الثقة، والتفكير فى

إجابات علمية عنها؛ فهذه العادات تمثل جزءًا من صفات العلماء، التى يجب أن يتعلمها الطلاب.

- **الدعوة لرؤية الجمال فى العلم.** يعتقد الكثير من الناس أن العلم بارد وخالى من الجمال والطرافة. ولكن هذه رؤية غير صحيحة؛ فالدراسة العلمية لعملية تكوين النجوم، وكيفية عمل القلب فى الجسم مثلاً، يجب أن يتم تناولها بطريقة تظهر الجمال الكامن فى هذه الظواهر. وعلى معلمي العلوم توفير بيئة تعليمية، تساعد الطلاب على توسيع وتعميق رؤيتهم للجمال الكامن فى الأنشطة العلمية بما فيها من الأفكار، وخطوات العمل، والأدوات، والكائنات الحية والأشياء الأخرى المستخدمة فى الدراسة. كما أنه على معلمي العلوم ترسيخ فكرة أن العلم طريقة ووسيلة لإدراك الجمال الكامن فى كل بقعة من هذا الكون الذى نعيش فيه، ذلك الجمال الذى أودعه خالقنا سبحانه وتعالى.

سادسا: إعطاء عملية تدريس العلم حقها من الوقت الكافى

إن عملية تدريس العلم لاتعتمد فقط على إلقاء معلومات فى الحصص النظرية والعملية، وانما تتعدى ذلك بكثير. فخلال

حصة المعمل يحتاج الطلاب إلى وقت كاف للمغامرة بأفكارهم وعمل الملاحظات الدقيقة، ولتصحيح الأخطاء فى حالة حدوثها، واختبار الأفكار وتكرار التجارب لعدة مرات. كما يحتاج الطلاب إلى وقت كاف لتجميع الأشياء والعينات، ولضبط الأجهزة، ولطرح الأسئلة، والتفكير فى إجابات عنها، ثم البحث فى المراجع، ومناقشة الأفكار والنتائج. وبناء على ذلك، تكون هناك الحاجة إلى تنظيم الجدول الدراسى؛ لإعطاء الفرص للطلاب لممارسة العلم وتعلمه بالطرق السليمة.

سابعا: دور المناهج العلمية

لقد أصبحت ضرورة تطوير المناهج العلمية امرًا حتميًا لمواكبة مسيرة تدريس العلم والعلوم فى العالم، وللمساهمة بفعالية فى إعداد الأجيال إعدادًا علميًا سليمًا وتأهيلهم للمستقبل. ونركز هنا على اقتراح عنصرين أساسيين فى عملية تطوير المناهج العلمية؛ ليكون لها دور أكثر فعالية فى تقديم العلم والعلوم للطلاب. وهما التركيز على المفاهيم والعمليات الموحدة، والتركيز على تناول العلم كطريقة استقصاء.

- **التركيز على المفاهيم والعمليات الموحدة**

Unifying concepts and processes

إن التركيز على المفاهيم والعمليات الموحدة يمثل أحد المعايير الخاصة بتطوير المقررات والمناهج العلمية، التى تنادى بها اللجنة القومية لتعليم العلم فى الولايات المتحدة الأمريكية. ويساعد تطبيق هذا المعيار على إمداد الطلاب بطرق فعالة للتفكير فى مختلف الأفكار العلمية، التى تفسر وتصف عالم الطبيعة وعالم التكنولوجيا الذى صممه الإنسان. وتنبع أهمية التركيز على المفاهيم والعمليات الموحدة من الأسباب الآتية:

- إن المفاهيم والعمليات الموحدة تمثل حلقة وصل بين مجالات العلم المختلفة؛ مما يساعد على فهم واستيعاب ما يحدث فى الطبيعة والكون بطريقة أكثر دقة وشمولية.
- إن المفاهيم والعلميات الموحدة أساسية وشاملة فى كل مجالات العلم.
- إن المفاهيم والعمليات الموحدة سهلة الفهم لدى الأفراد والمسئولين عن تنفيذ البرامج العلمية التعليمية.

- إنه يمكن التعبير عن المفاهيم والعمليات الموحدة واكتساب خبرات معها، خلال مراحل تعليم العلم فى المدارس.

ونتناول فى الجزء الآتى أمثلة من المفاهيم والعمليات الموحدة مع شرح موجز لكل منها، وهى مفاهيم يجب أن يفهمها الطلاب جيدًا؛ من أجل الحصول على رؤية أكثر دقة لطبيعة العالم من حولنا، وفهم الترابط بين مجالات العلوم المختلفة.

١- مفاهيم المنظومة ونظام الطبيعة والتنظيم

يتسم عالم الطبيعة والكون بأنه معقد وكبير بدرجة مهولة، ولايمكن دراسته وفهمه كله ككيان واحد مرة واحدة. ولهذا يلجأ العلماء إلى تقسيمه نظريًا إلى أجزاء ووحدات صغيرة، يسهل دراستها وفهمها بالطرق العلمية. ويطلق على هذه الوحدات اسم "المنظومات" systems؛ فالمنظومة هى مجموعة من الأشياء التى تشكل بناء ولها علاقة ببعضها البعض، وتسلك وتتفاعل وكأنها كيان واحد كلى. ومن أمثلة المنظومات: المجتمع منظومة تتكون من الأفراد الذين فيه، والأسرة منظومة تتكون من الأب والأم والأولاد، والذرة

منظومة تتكون من الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات، والمجموعة الشمسية منظومة تتكون من الكواكب والأقمار فيها، والمجرات منظومة تتكون من عدد مهول من النجوم والكواكب المختلفة، ...إلخ.

ويهدف مفهوم المنظومة إلى توجيه الطلاب للتفكير فى الأشياء وتحليلها فى سياق المنظومة؛ مما سوف يساعدهم على متابعة المفاهيم العلمية، مثل: الكتلة والطاقة والكائنات وبقية الأشياء حولنا.

وبالنسبة لمفهوم نظام الطبيعة natural order، فإنه يعبر عن أن الأشياء والوحدات، والكائنات والأحداث تسلك سلوكا معينًا يمكن وصفه إحصائيا. ويقوم الوصف الإحصائى على نظرية الاحتمالات. ويعبر الاحتمال عن درجة اليقين (او عدم اليقين) النسبى، التى يمكن تحديدها لوقوع (او عدم وقوع) بعض الأحداث التى تم اختيارها فى مكان وزمان محددين. ويأتى دور العلم هنا فى أن الدقة التى يتميز بها العلم تجعلنا أكثر اقترابًا إلى درجة اليقين، ومن ناحية أخرى، فإن المعرفة العلمية التى تراكمت لدينا تمدنا بالبصيرة، التى تجعلنا نتنبأ بسير الأحداث فى الكون بطريقة

أكثر دقةً، باستخدام الملاحظات الدقيقة وتطبيق النماذج، التى تفسر الظواهر بطريقة أكثر دقة. فمثلاً، قوانين نيوتن للحركة تعبر عن النظام الكونى، الذى يحكم حركة الأشياء والقوى التى تسببها أو توقفها. وتساعدنا هذه القوانين على التنبؤ بحركة الأشياء من حولنا؛ لأنها تعبر عن النظام الكونى.

بالنسبة لمفهوم التنظيم organization، فهو يمثل طريقة مفيدة للتفكير فى الاشياء التى يتكون منها العالم من حولنا، ويساعدنا على تنظيم وتصنيف الأشياء التى تشترك فى بعض الصفات والخصائص فى مجموعات. ومن امثلة ذلك، تنظيم العناصر الكيميائية فى الجدول الدورى (كلها تتكون من ذرات)، تصنيف الكائنات الحية إلى مجموعات تتشابه فى بعض الصفات (مثلاً مجموعة الفقاريات، ومجموعة اللافقاريات). كما أن هناك مستويات مختلفة ومتتابعة من التنظيم، بحيث يكون كل مستوى أعقد من المستوى السابق له. فمثلاً، هناك تنظيم على مستوى الذرات، يليه مستوى الجزيئات، يليه مستوى الخلايا الحية، يليه مستوى الأنسجة الحية، يليه مستوى الأعضاء، يليه مستوى الأجهزة، يليه مستوى الجسم الحى.

٢- مفاهيم الدليل والنماذج والتفسير العلمى:

يتكون الدليل العلمى scientific evidence من ملاحظات وبيانات، يتم على أساسها شرح وتفسير الظواهر الطبيعية من حولنا. واستخدام الدليل لفهم التفاعلات بين الأشياء يساعدنا على أن نتنبأ بالتغييرات فى منظومات عالم الطبيعة. فمثلاً، استخدم نيوتن الأدلة ليثبت أن الأرض لها قوة جاذبية، تجذب بها الأشياء نحوها، وساعد ذلك فى التنبأ بأن هناك قوى جاذبية بين كل الأشياء، سواء كانت كبيرة أو صغيرة.

وبالنسبة للنماذج models، فهى تعبر عن تركيبات مؤقتة تناظر أشياء أو أحداثًا فى الواقع، وتستخدم لتفسير أو توضيح ظاهرة ما. كما تساعد النماذج العلماء فى اكتشاف الطريقة التى تعمل بها الأشياء فى عالمنا. وتأخذ النماذج عدة أشكال، منها: المجسمات، الخطط، الصور الذهنية، المعادلات الرياضية. فمثلاً، لتبسيط تركيب الذرة، تم استخدام نموذج المجموعة الشمسية.

وبالنسبة للتفسير العلمى scientific explanation، فهو يستخدم المعرفة العلمية الحالية (التى قامت على الملاحظات

والتجارب) لتكوين مقولات متسقة ومنطقية عن ظاهرة ما. ويتم استخدام مصطلحات، مثل: الفرضية والنظرية والقانون والمبدأ لوصف الأنواع المختلفة من التفسيرات العلمية. وخلال مراحل التطوير العلمى للطلاب، فإنهم يصبحون أكثر استيعابًا وفهمًا للمفاهيم العلمية، ويقدمون تفسيرات علمية قائمة على قاعدة معرفة علمية قوية، وعلى دليل منطقى، وعلى مستوى أعلى من القدرات التحليلية، معبرة عن العلاقة بين التفكير المنطقى والدليل والمعرفة.

٣- مفاهيم الثبات والتغيير والقياس:

إن التغير change من السمات الواضحة فى الاشياء من حولنا؛ فالتغييرات قد تحدث مثلاً فى خواص المواد، او فى حركة الأشياء، أو فى شكلها. كما أن التغييرات تختلف فى معدل حدوثها (سريع أو بطىء)، وفى مقدارها (صغير أو كبير)، وفى نمطها (تغيير فى خط مستقيم أو فى دورة).

وبالنسبة للثبات constancy، فإنه فى بعض الحالات تتميز خواص بعض الأشياء بالثبات. فمن أمثلة الأشياء الثابتة فى الطبيعة: سرعة الضوء، الشحنة السالبة التى يحملها الإلكترون، وإجمالى كمية الطاقة والكتلة فى الكون كله.

وبالنسبة للقياس measurement، فهو يستخدم لتحديد كمية التغييرات التى تحدث فى منظومة ما. ومعرفة أساسيات الرياضيات ضرورية لعمل القياسات الدقيقة للتغييرات. فمثلاً، النظام المترى يستخدم لقياس الأطوال والمساحات والحجوم والأوزان.

٤- مفاهيم التطور والاتزان:

يمثل التطور evolution سلسلة من التغييرات (تدريجية أو مفاجئة) التى تفسر الشكل والوظيفة الحالية للأشياء والكائنات. والفكرة العامة للتطور أن الأشياء فى الكون تتغير وتتحول من شكل لآخر. ومن أمثلة التطور: أن الطفل يكبر ويصبح شابًا ثم يدخل مرحلة منتصف العمر، ثم مرحلة آخر العمر؛ وأن النجوم فى السماء تولد، ثم تموت بعد أن ينفذ الوقود فيها.

وبالنسبة للاتزان equilibrium، فهو يعبر عن حالة تحدث فيها تغيرات معاكسة لبعضها فى الاتجاه، حتى تتساوى القوى فى الاتجاهين. فمثلاً، عندما يتحرك جسم تحت تأثير قوة ما، ثم يتم التأثير بقوة أخرى مساوية فى المقدار ومعاكسة فى الإتجاه، فإن الجسم يصبح فى حالة اتزان.

٥- مفاهيم الشكل والوظيفة:

الشكل والوظيفة من المفاهيم التى تكمل بعضها البعض، ونراها فى كل الأشياء والكائنات والمنظومات فى الطبيعة. فعادة ما يكون لشكل الشيء علاقة بوظيفته، واستخداماته. كما أن الوظيفة عادة ما تعتمد على الشكل.

- **التركيز على تناول العلم كطريقة استقصاء**

منذ المراحل الأولى فى التعليم، يجب أن تكون للطلاب خبرات مع العلم فى شكل يمكنهم من الانشغال فى بناء الأفكار والتفسيرات بطريقة نشطة بحيث يمهد لهم الفرص لتطوير قدراتهم على عمل الأنشطة العلمية بأنفسهم. وبأختصار، يشمل الاستقصاء العلمى طرح سؤال، ثم عمل بحث وتجارب للإجابة عن السؤال، ثم تقديم ومناقشة النتائج مع الآخرين. ومنذ المرحلة الابتدائية، يبدأ الطلاب فى تطوير قدارتهم الفكرية الخاصة بالاستقصاء العلمى. ولهذا، يجب أن تشمل مناهج التعليم جزءًا كبيرًا من الانشطة العلمية التى تدرب الطلاب على الاستقصاء العلمى وتطور قدراتهم لممارسته، واتخاذ الاستقصاء العلمى كأسلوب وطريقة لتناول العلم مع الطلاب.

وتقدم اللجنة القومية لتعليم العلم فى الولايات المتحدة الامريكية مجموعة القدرات، اللازم توافرها فى طلاب المدارس الامريكية للقيام بالاستقصاء العلمى. ومنها قدرات خاصة بطلاب الصف الرابع الابتدائى، وقدرات خاصة بطلاب الصفوف الخامس حتى الثامن. ونتناول هذه القدرات هنا كنموذج يمكن دراسته والنظر فى أمر الاستفادة به فى إعداد المقررات والمناهج العلمية بالطريقة، التى تساعد على تنمية هذه القدرات فى طلابنا.

١- القدرات اللازم توافرها فى طلاب الصف الرابع

- **طرح اسئلة عن الأشياء والكائنات والأحداث فى البيئة من حولهم:** على أن تكون الأسئلة من النوع الذى يمكن الطلاب من الحصول على إجابات لها من خلال معرفتهم العلمية، وعمل ملاحظات، وقراءة فى المراجع العلمية، وعمل ابحاث علمية.
- **تخطيط وتنفيذ بحث علمى بسيط:** فى المراحل الاولى من التعليم، يقوم الطلاب بأبحاث تعتمد على الملاحظة الدورية المنظمة. ولكن خلال المراحل التعليمية الأعلى، يمكن للطلاب تصميم وتنفيذ تجارب بسيطة للإجابة عن أسئلتهم.

- **استخدام أجهزة وادوات بسيطة لجمع البيانات وتوسيع مدى الحواس:** خلال السنوات الأولى فى المدرسة، يتم تطوير مهارات بسيطة للطلاب مثل الملاحظة، والقياس، وقطع الأشياء، وتوصيل الأشياء، وهكذا.. فالطلاب يستخدمون الأدوات البسيطة، مثل المسطرة لقياس الأطوال، والترمومتر لقياس درجة الحرارة، والميزان لقياس الأوزان، والميكروسكوب لملاحظة التفاصيل الدقيقة للاشياء. بالإضافة إلى أن الطلاب يستخدمون الكومبيوتر فى تجاربهم وابحاثهم ايضا.
- **استخدام البيانات لتكوين تفسيرات منطقية:** يركز هذا الجزء على أهمية تدريب الطلاب على التفكير أثناء استخدامهم للبيانات لصياغة تفسيرات. وحتى فى المراحل التعليمية الأولية، يجب أن يتعلم الطلاب مواصفات الدليل العلمى، وكيف يحكمون على قوة البيانات والمعلومات، التى يستخدمونها فى إعداد التفسيرات المناسبة. وبعد ذلك يقوم الطلاب بالنظر فى مدى اتفاق التفسيرات مع الدليل العلمى. كما

يجب على الطلاب فحص تفسيراتهم ومقارنتها بالمعلومات المماثلة فى كيان المعرفة العلمية وبخبرات وملاحظات الآخرين.

- **التواصل مع الآخرين:** يجب أن يتم التركيز على مساعدة الطلاب على تطوير قدراتهم على التواصل، ونقد وتحليل أعمالهم وأعمال الطلاب الآخرين. ومن الممكن أن يتخذ التواصل شكل عرض البحث أمام الآخرين أو كتابة البحث وتقييمه بواسطة الآخرين.

٢- القدرات اللازم توافرها فى طلاب الصفوف من الخامس حتى الثامن:

- **<u>التعرف على الأسئلة التى يمكن إجابتها باستخدام البحث العلمى</u>:** فيجب أن يتوافر للطلاب القدرات على إعادة صياغة الأسئلة العامة لتصبح أكثر دقة وتركيزًا وتحديدًا. وجزء هام من هذه العملية أن تتوافر لديهم القدرة على توضيح الأسئلة وتوجيهها نحو الأشياء والظواهر، التى يمكن وصفها وتفسيرها والتنبؤ بها باستخدام طرق البحث العلمى.

- **تصميم وتنفيذ البحث العلمي**: يجب ان تتوافر للطلاب القدرات العامة، مثل: الملاحظة الجادة المنظمة، وعمل قياسات دقيقة، والتعرف على المتغيرات وضبطها. كما يجب تطوير قدرات الطلاب لتمكنهم من توضيح أفكارهم، التى تؤثر على وتوجه أبحاثهم، وأن يعرفوا كيفية مقارنة أفكارهم بالأفكار العلمية السائدة لمعرفة مدى الاتفاق بينها. وباختصار، يستطيع الطلاب أن يتعلموا صياغة الاسئلة وتصميم الابحاث وتنفيذها، وتفسير البيانات، واستخدام الادلة للوصول إلى تفسيرات، واقتراح تفسيرات بديلة، ونقد التفسيرات والطرق المستخدمة فى الأبحاث. وما على منظومة التعليم إلا توفير الفرص للطلاب للقيام بكل هذه الأنشطة العلمية الرائعة.
- **استخدام الأدوات والأساليب المناسبة لجمع وتحليل وتفسير البيانات**: يحدد البحث العلمى والأسئلة التى تطرحها أنواع الأدوات والأساليب، بمافيها استخدام الرياضيات، التى تستخدم فى البحث العلمى. ويجب فى هذه المرحلة استخدام الكومبيوتر لجمع الأدلة، وتلخيص وعرض الأدلة، ولتخزين واستعادة وتنظيم البيانات.

- **تطوير القدرات على الوصف والتفسير والتنبؤ وعمل نماذج باستخدام الأدلة:** يجب أن يتعلم الطلاب تأسيس ملاحظاتهم على ما يشاهدونه بالطريقة المباشرة او باستخدام الأدوات المناسبة. ويجب أن يكونوا قادرين على تحديد المسببات والتأثيرات الناتجة عنها وإيجاد العلاقات بناء على الدليل والمنطق. ويتطلب الأمر توافر قاعدة معرفية متخصصة؛ ليستطيع الطلاب عمل الأبحاث بطريقة فعالة، ولعمل تواصل بين ما يتوصل إليه الطلاب فى أبحاثهم والمعرفة العلمية السائدة.
- **التفكير بطريقة نقدية ومنطقية لايجاد العلاقات بين الدليل والتفسيرات:** يشمل التفكير النقدى القدرة على اختيار الأدلة التى يجب أن تستخدم فى البحث، وتفسير وتحليل البيانات الشاذة. كما يجب أن يكون الطلاب قادرين على مراجعة البيانات الناتجة من تجربة بسيطة، وتلخيصها، وتكوين تسلسل منطقى عن العلاقات بين الأسباب والتأثيرات فى التجربة.