الفصل الخامس

مداخل حديثة فى تدريس العلوم

فى نهاية هذا الفصل ينبغى أن يكون فى استطاعتك:

- الوقوف على مدخل المفاهيم العلمية فى تدريس العلوم.
- إعطاء أمثلة على مدخل المفاهيم العلمية.
- تحديد أهم الصعوبات فى تعلم المفاهيم العلمية.
- تعرف مدخل عمليات العلم فى تدريس العلوم.
- الوقوف على المدخل البيئى فى تدريس العلوم.
- إعطاء أمثلة على استخدام المدخل البيئى فى تدريس العلوم.
- الوقوف على استخدام المدخل التاريخى فى تدريس العلوم.
- تعرف إسهامات المدخل التاريخى فى تدريس العلوم.
- إعطاء أمثلة على المدخل التاريخى فى تدريس العلوم.

obeikandl.com

obeikandl.com

مقدمة:

المداخل التدريسية طـرق وأساليب يتبعها المعلم فى عمليـة التدريس للوصول إلى الأهداف المنشودة من هذا التدريس. فعندما يستـخدم المعلم - مثلا - من متحف العلوم مدخـلا للتدريـس فإن ذلك يجـعله أمام خـيارات لاستـخدام طرق المـناقشة والـشرح واستخدام الصور أو النماذج أو العينات المختلفة؛ وذلك لتحقيق أهدافه المرجوّة. وبذلك يكون المدخل Approach أكثـر عموميـة من الطريقة Method. والمداخل الحديثة فى تدريس العلوم متـنوعة ومتعـددة، وسوف نتناول فى هذا الفـصل أهمها مـثل: مدخل المفاهيم العلمـية - مفهومـه - وإعطاء أمثلة عليه، وكذلك أهم الصـعوبات التى تواجه تعلم المفاهيم العلمية.

وأيضا سنتناول مدخل عملـيات العلم، فنستعرض عمليات العلم الأسـاسية منها والتكاملية، وكيف يستخدم معلم العلوم هذا المدخل لتـنمية مهارات العلم الأساسية من دقة ملاحظة، وتصنيف، وتنبؤ، وتفسير، وفرض الفروض، والتعميم إلى غير ذلك من عمليات العلم.

ومن هذه المداخل الحديثـة أيضا المدخل البيئى الذى يعـد من أحدث المداخل فى تدريس العلوم، نتناول مفـهوم هذا المدخل، وأهميته وخـاصة فى تنمية الوعى والثـقافة البيئية لدى الطلاب، ونعطى أمثلة على كيفية استخدام المدخل البيئى فى تدريس العلوم.

وسنقـدم أيضا المدخل التـاريخى وإسهـامـاته فى تحقـيق أهداف تدريس العلوم، ونعطى أمثلة على هذا المدخل التاريخى وكيفية استخدامه فى دروس العلوم المختلفة.

مدخل المفاهيم العلمية: Science Concepts

يدور هذا المدخل حول المفاهيم الرئيسية والتى يشترك فيها أكبر عدد من فروع العلم المختلفة، واستخدام المفاهيم كمدخل يقوم على أساس أنها أقل عددا من الحقائق كما أنها أقل عرضة للنسيان من الحقائق المجزأة.

والمفاهيم هى الوحدات البنائية للعلوم وهى مكونات لغتها، وعن طريق المفاهيم يتم التواصل Communication بين الأفراد سواء داخل المجتمعات العلمية أو خارجها.

والمفهوم العلمى من حيث كونه عملية Process هو عملية عقلية:

- يتم عن طريقها تجريد مجموعة من الصفات أو السمات أو الحقائق المشتركة، أو يتم عن طريقها تعميم عدد من الملاحظات ذات العلاقة بمجموعة من الأشياء، أو يتم عن طريقها تنظيم معلومات حول صفات شىء أو حدث أو عملية أو أكثر، هذه المعلومات تمكن من تمييز أو معرفة العلاقة بين قسمين أو أكثر من الأشياء.

والمفهوم العلمى، من حيث كونه ناتجا Product للعملية العقلية السابق ذكرها، هو الاسم أو المصطلح أو الرمز الذى يعطى لمجموعة الصفات أو السمات أو الخصائص المشتركة، أو العديد من الملاحظات أو مجموعة المعلومات المنظمة.

أمثلة:

أسماء: الحرارة، والضوء، والتكاثر، والهضم، وسرعة التفاعل.

مصطلحات: الكروموسوم، والإلكترون، والكوانتم.

رموز: Na، و D.N.A.

وكل مفهوم له مدلول معين أو تعريف معين يرتبط به ويطلق عليه أحيانا اسم مفهوم المفهوم Concept of a Concept.

ومفهوم المفهوم هو المعنى الدال على المفهوم وهذا المعنى قد يكون وصفيا Descriptive أو تقريريا Stipulate.

والوصفى يتمثل فى وصف المعنى المقبول لمصطلح أو شىء مثل مفهوم الكلب: «حيوان ثديى له أربع أرجل وذيل ويصدر عنه صوت معين يسمى نباحا».

والتقريرى يتمثل فى تقرير معنى معين لمصطلح أو شىء.

مثل مفهوم الأوم العيارى: «مقاومة عمود من الزئبق طوله ١٠٦،٣ سم ومساحة مقطعه ١مم٢ فى درجة الصفر المئوى».

وتتضح سلامة المدلول فى إمكانية استبدال المفهوم به دونما أى تغيير فى السياق المستخدم فيه المدلول.

مثل «كتلة اللتر من الغاز فى معدل الضغط ودرجة الحرارة» يمكن استبدال مفهوم الكثافة المطلقة للغاز بها.

ومدلول المفهوم أو معناه أو تعريفه قد يتضمن كلمات يمكن إدراكها كلها بالحواس أو الملاحظة، وقد يتضمن كلمات بعضها لا يمكن إدراكه بالحواس أو بالملاحظة، كما أن عدد هذه الكلمات قد يختلف من مفهوم لآخر، وبالتالى قد تختلف الطاقة الذهنية المبذولة فى تعلمها، ومن ثم يمكن النظر إلى المفاهيم من عدة زوايا.

الأولى: من حيث طريقة إدراك هذه المفاهيم:

أ - مفاهيم محسوسة أو حسية أو عيانية **Concrete Concepts** أو قائمة على الملاحظة أو إمبريقية **Empirical Concepts** وهى تلك المفاهيم التى يمكن إدراك مدلولاتها عن طريق الملاحظة باستخدام الحواس أو أدوات مساعدة للحواس.

أمثلة:

١- المفهوم: الحرارة.

المدلول: الإحساس بالبرودة أو السخونة.

٢- المفهوم: الحامض.

المدلول: المادة التى محلولها فى الماء يحمِّر ورقة عباد الشمس الزرقاء.

٣- المفهوم: الحشرة.

المدلول: كائن حى ينقسم جسمه إلى ثلاثة أقسام وله ثلاثة أزواج من الأرجل المفصلية.

ب- مفاهيم شكلية Formal Concepts أو مفاهيم مجردة Abstract Concepts أو مفاهيم نظرية Theoretical Concepts أو مفاهيم غير قائمة على الملاحظة أو غير إمبريقية Non-Empirical Concepts . وهى تلك المفاهيم التى لا يمكن إدراك مدلولاتها عن طريق الملاحظة بل لابد لإدراكها من القيام بعمليات عقلية وتصورات ذهنية معينة، كما أن هذه المدلولات على الأغلب هى من إبداعات العقل البشرى وقد توصل إليها العلماء عن طريق الاستنتاج العقلى أو أن بعضها وضعى متفق عليه.

٤- المفهوم: الفوتون.

المدلول: المكون الأساسى للطاقة وهو عديم الكتلة والشحنة.

٥- المفهوم: الذرَّة.

المدلول: هى أصغر وحدة فى العنصر والتى لا يمكن أن توجد وحدها أو مرتبطة مع غيرها وتحمل صفات ذلك العنصر.

٦- المفهوم: DNA.

المدلول: التى تخزن المعلومات الوراثية للكائن.

الثانية: من حيث مستوياتها:

أ - مفاهيم أولية Primitive Concept:

مثل: مفاهيم الزمن Time، والكتلة Mass، والفراغ Space.

ب- مفاهيم مشتقة Derived Concepts:

وهى تلك المفاهيم التى يمكن اشتقاقها من مفاهيم أخرى.

مثل: السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

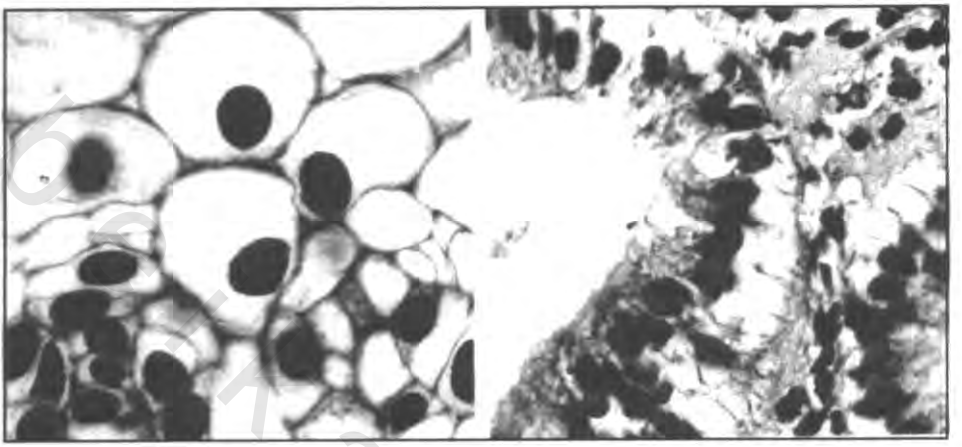
القوة = الكتلة × العجلة . . . . . وهكذا.

(مثل هذه الخاصية تفيد فى ترتيب المفاهيم ترتيبا هرميا حسب مستوياتها فى قاعدة الهرم المفاهيم الأولية وفى قمته المفاهيم المشتقة).

الثالثة: من حيث درجة تعقيدها:

أ - مفاهيم بسيطة Simple Concepts:

وهى تلك المفاهيم التى تتضمن مدلولاتها عددا قليلا من الكلمات.



١- المفهوم: الخلية.

المدلول: وحدة بناء الكائن الحى.

٢- المفهوم: الأيون.

المدلول: ذرة أو مجموعة ذرية مشحونة.

ب- مفاهيم معقدة Compound Concepts:

وهى المفاهيم التى تتضمن مدلولاتها عددا أكثر من الكلمات.

مثال:

١ - المفهوم: التكافؤ.

المدلول: عدد الإلكترونات التى يفقدها أو يكتسبها أو يساهم بها العنصر أثناء التفاعلات الكيميائية مع غيره من العناصر.

٢- المفهوم: الذرة.

المدلول: نظام متكامل من جسيمات مشحونة سالبة تدور فى مستويات طاقة حول النواة التى تتمركز فيها كتلة الذرة وبها نوعان من الجسيمات أحدها مشحون موجبا والآخر غير مشحون وعدد الشحنات الموجبة يساوى السالبة.

(ويجب أن نلاحظ أن درجة التعقيد قد تختلف من صف دراسى إلى صف دراسى آخر، وذلك طبقا للنمو اللغوى فى هذا الصف).

الرابعة: من حيث درجة تعلمها:

أ - مفاهيم سهلة التعلم Easy (to Learn) Concepts:

وهى تلك المفاهيم التى يستخدم فى تعريفها كلمات مألوفة للمتعلمين وبالتالى تكون الطاقة الذهنية المبذولة فى تعلمها أقل، أو بمعنى أدق هى تلك المفاهيم التى سبق للمتعلم أن درس أو اكتسب متطلبات تعلمها.

ب- مفاهيم صعبة التعلم Difficult (to Learn) Concepts:

وهى تلك المفاهيم التى يستخدم فى تعريفها كلمات غير مألوفة للمتعلمين أو لم تمر فى خبرتهم من قبل، وبالتالى تكون الطاقة الذهنية المبذولة فى تعلمها أكبر، أو بمعنى أدق هى تلك المفاهيم التى لم يسبق لمتعلم أن درس أو اكتسب متطلبات تعلمها.

مثال:

تعريف الذرة السابق عرضه، فإذا كان المتعلم قد سبق له أن درس الشحنات، ومستويات الطاقة، والنظام، فإن هذا التعريف يكون سهل التعلم، والعكس صحيح.

وبالدراسة المعمقة للمفاهيم يمكن اشتقاق الخصائص أو السمات التى تيسر فهمنا لهذه المفاهيم.

جـ- خصائص المفاهيم العلمية:

١- المفاهيم عبارة عن مجموعة من الأفكار يمتلكها مجموعة من الأفراد، وهى نوع من الرمزية تتمثل فى الكلمات، والمعادلات، والنماذج، ورموز الأفكار.

وكلما كان هؤلاء الأفراد قادرين على نقل أفكارهم للآخرين من خلال الرموز زاد فهم هذه المفاهيم.

٢- مدلولات المفاهيم ليست هذا أو ذاك، ولكن المفهوم الواحد قد يعرف من الزوايا المختلفة السابق عرضها.

مثال:

المفهوم: درجة الحرارة (لجسم ما).

المدلول (١): قراءة الترمومتر.

المدلـول (٢): حالة الجسم الدالة على انتـقال الحرارة منه أو إليه إذا لامس جسما آخر.

(لاحظ الفرق بين المدلولـين من حيث طريقة إدراك المفهوم ودرجة التعقيد ودرجة التعلم).

٣- المفاهيم ناتج الخبرة بالأشياء أو الظواهر أو الحقائق وهى تلخيص للخبرة وهى تساعدنا للتعامل مع الكثير من الحقائق.

مثال:

من خبـرة الإنسان بالأشـياء وجد أن الكـلب يلد ويـرضع صغاره، والقـطة تلد وترضع صغارها، والأرنب يلد ويرضع صغاره.

المفهوم: الحيوانات الثديية.

٤- المفاهيم قد تنتج أيضا من التفكير المجرد، وقد يكون هذا التفكير ناتجا للعديد من الخبرات وإدراك العلاقات بينها ثم التوصل إلى تعميم معين منها.

مثال:

من خبرة الإنسان بالأشياء الطيف الخطى لبخار عنصر الصوديوم، والطيف الخطى لعنصر الحديد، وغيرهـا.. ومنها تم التوصل إلى أن الإلكترونات توجد حول النواة فى مستويات لكل مستوى طاقة محددة.

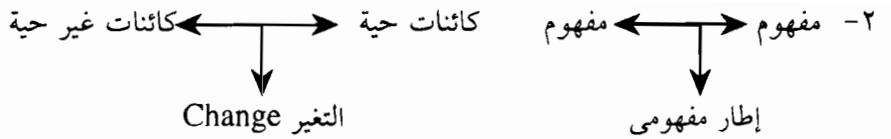
المفهوم: مستويات الطاقة.

٥- المفاهيم قد تنتج من علاقة الحقائق بعضها ببعض، وقد تنتج مفاهيم أكبر من علاقات المفـاهيم ببعـضها البعض، وتـسمى فى هذه الحالـة الإطار المفهومى Conceptual Scheme.

أمثلة:

١- حقيقة ⟷ حقيقة
↓
مفهوم

صلابة ⟷ سيولة
↓
انصهار



٦- ليست مدلولات المفاهيم صورا فوتوغرافية للواقع، ولكنها تمثل صورتنا نحن عن هذا الواقع أو بمعنى آخر تمثل رؤيتنا لهذا الواقع.

مثال: مفهوم «بنية الذرة».

٧- ليست كل مدلولات المفاهيم موجودة فى الطبيعة أو لها وجود حقيقى، ولكن العلماء يستخدمون أساليب مختلفة لمحاولة فهم الطبيعة، ومن بين هذه الأساليب ابتكار مفاهيم جديدة لعبور الفجوة بين الواقع ورؤيتنا لهذا الواقع.

أمثلة:

أ - مفهوم «الفجوات الموجبة» فى أشباه الموصلات.

ب- مفهوم «المدارات الإلكترونية» فى الذرة.

٨- لمدلولات المفاهيم علاقات أساسية، علاقتها بالناس، وعلاقتها بالأشياء، وعلاقتها بالمفاهيم الأخرى، وعلاقتها بالأطر المفهومية، وعلاقتها بأساليب الملاحظة والتفكير المختلفة.

أ - علاقتها بالناس: مفهوم الفرد العادى Layman للخلية يختلف عن مفهوم المتخصص لها.

ب- علاقتها بالأشياء: مفهوم الخلية النباتية يختلف عن مفهوم الخلية الحيوانية.

جـ- علاقتها بالمفاهيم الأخرى: الخلية والنسيج، الخلية والعضو.

د - علاقتها بالأطر المفهومية: الخلية والتغير فى كائن حى.

مما سبق يمكننا أن نلخص بعض الصفات الأساسية للمفهوم فى مجال العلوم فيما يأتى:

١- المفهوم: استنتاج عقلى للعلاقات التى يمكن أن توجد بين مجموعة من المثيرات.

٢- ويتم بناؤه على أساس التمييز بين تلك المثيرات.

٣- ويمكن الاستدلال على تكوينه من قدرة المتعلم على أداء واحدة أو أكثر من العمليات الآتية:

أ - وضع شيء من مجموعة من الأشياء على أساس التمييز بين عناصرها.

ب- التنبؤ.

جـ- التفسير.

د - حل المشكلات.

تنمية المفاهيم العلمية:

بناء على ما تقدم، يعتبر تكوين المفاهيم العلمية وتنميتها لدى الطلبة، أحد أهداف تدريس العلوم فى جميع مراحل التعليم المختلفة، كما يعتبر من أساسيات العلم والمعرفة العلمية التى تفيد فى فهم هيكله العام وفى انتقال أثر التعلم. ولهذا، فإن تكوين المفاهيم العلمية أو تهذيبها لدى الطلبة، على اختلاف مستوياتهم التعليمية، يتطلب أسلوبا تدريسيا مناسبا يتضمن سلامة تكوين المفاهيم العلمية وبقاءها والاحتفاظ بها، وإذا حاولنا تطبيق مبدأ تكوين المفاهيم العلمية فى مجال تعليم وتعلم العلوم، فإنه يتبين لنا ما يلى:

١- **المنحنى الاستقرائى Inductive Approach**: هو الأسلوب التدريسى الطبيعى لتعلم المفاهيم العلمية وتعليمها، أى يبدأ (معلم العلوم) مع الطلبة بالحقائق والمواقف العلمية الجزئية (الأمثلة) المحسوسة (ومن خبراتهم الحسية المباشرة)، ثم بإدراك هذه الحقائق أو الخصائص المميزة ومعرفة العلاقة بينها يوجههم (المعلم) عندئذ إلى فهم العلاقات أو الخصائص المشتركة بين تلك الحقائق أو المواقف حتى يتوصلوا إلى (المفهوم العلمى) المراد تعليمه.

وهنا يجب التأكيد على أنه ينبغى لمعلم العلوم أن يوفر للطلبة بعض الأمثلة الإيجابية للمفهوم (أمثلة المفهوم) وأمثلة أخرى سلبية (الأمثلة السلبية للمفهوم) لا تدخل ضمن المفهوم.

٢- **المنحنى الاستنباطى (الاستنتاجى) Deductive Approach**: هو الأسلوب التدريسى فى توكيد المفاهيم العلمية وتنميتها والتدرب على استخدامها فى مواقف تعليمية - تعلمية جديدة، ففى هذا الأسلوب يقوم معلم العلوم بتقديم المفهوم (الحشرة مثلا) ثم يقدم الأمثلة أو الحقائق المنفصلة عليه أو يجمعها من إجابات الطلبة وذلك للتحقق (التأكد) من تكوين المفهوم (الحشرة) أو تعلمه.

ولتهيئة مناخ تعليمى - تعلمى (علمى) مناسب لتكوين المفاهيم العلمية وبنائها، وبالتالى تجنب الوقوع فى الأخطاء المفاهيمية المحتملة فى تعلم المفاهيم العلمية، ينبغى لمعلمى العلوم أن يتبعوا (ويمارسوا) طرائق وأساليب تدريسية مختلفة لمساعدة الطلبة على تعلم المفاهيم العلمية وتعليمها، والتى يمكن أن يكون من بينها ما يلى:

١- استخدام أساليب تدريسية مختلفة فى تدريس المفاهيم العلمية وتعليمها، مع ملاحظة أن الأسلوب الاستقرائى **Inductive** أسلوب طبيعى لتكوين المفاهيم العلمية وبنائها، فى حين أن الأسلوب الاستنتاجى **Deductive** يؤكد تعلم المفاهيم العلمية والتدريب على استخدامها فى مواقف تعليمية جديدة.

٢- التوكيد على الخبرات والمواقف التعليمية، التعلمية الحسية فى تدريس المفاهيم العلمية وبخاصة خبرات المتعلم (الطالب) نفسه والانطلاق منها بحيث يكون (الطالب) فاعلا ونشطا وإيجابيا فى عملية تكوين المفهوم العلمى وبنائه.

٣- استخدام الوسائل التعليمية وتكنولوجيا ومصادر التعليم المختلفة، والرحلات (الميدانية) العلمية لتسهل من عملية تكوين المفهوم العلمى واكتسابه.

٤- الربط بين الدراسة النظرية والدراسة المخبرية العملية بحيث يمكن للطالب أن يستخدم ما اكتسبه من معارف علمية فى القيام بالنشاطات والتجارب المخبرية وتفسيرها، وبالتالى استخدام التجارب للوصول إلى بناء المفاهيم وتعلمها.

٥- التذكير بالمفاهيم العلمية (السابقة) من حين إلى آخر، وكلما اقتضى الموقف التعليمى ذلك، ومن ثم تقديم المفاهيم العلمية فى الصفوف التعليمية المختلفة بشكل أوسع وأعمق وأكثر تطورا ونموا من سابقتها.

٦- التأكيد على كثرة الأمثلة (أمثلة المفهوم وأمثلة اللامفهوم) كلما اقتضى الأمر ذلك أثناء تدريس المفاهيم العلمية، وذلك لمساعدة المتعلم (الطالب) على تكوين صورة أوسع وأكثر عمقا واتساعا ونموا للمفاهيم العلمية المتعلمة.

٧- التأكيد على إبراز العلاقات المحتملة بين المفاهيم العلمية المختلفة، ومحاولة صياغتها بصورة رياضية (أو كمية) إذا اقتضى الأمر ذلك، والتطبيق عليها لاكتسابها وتمثلها عمليا.

٨- ربط المفاهيم العلمية بخبرات الطالب السابقة، وبظروف البيئة المحلية التى يعيش فيها، وبالتالى الانطلاق من خبرات (الطالب) لتعليم المفاهيم وتعلمها.

٩- تقديم المفاهيم العلمية وبيان تطبيقاتها النظرية والعملية فى مختلف الفروع العلمية بدلا من الاقتصار على تدريسها فى فرع علمى واحد، مما يؤكد تكامل فروع المعرفة العلمية وتداخلها واندماج فروع بعضها مع بعض.

١٠- توجيه الطلبة إلى القراءات العلمية الخارجية، وتنظيم مواقف تعليمية للمناقشة فى المواد العلمية المختلفة التى يمكن من خلالها توجيه الطلبة للرجوع إلى المراجع العلمية ذات الصلة ومتابعة التطور والنمو المفاهيمى العلمى، كذلك إعطاء تمرينات ومشكلات علمية تكشف عن مدى فهم الطلبة للمفاهيم العلمية وتصحيح الأخطاء العلمية التى قد يقعون فيها.

١١- لما كان تعلم المفهوم العلمى وتكوينه لا يتم بعمليات التلقين والتنقيل، لذا يتطلب من الفرد المتعلم (الطالب) أن يمارس عمليات التعرف إلى خصائص الأشياء والمواقف والمقارنة بينها ومحاولة التمييز بينها وتفسيرها فى ضوء ما لديه من معلومات علمية، كما يتطلب من معلم العلوم مساعدة الطلبة وتوجيههم لتقصى المعرفة العلمية بأشكالها المختلفة سواء من خلال النشاطات العلمية أم التجارب المخبرية والمشروعات البحثية المنفردة.

١٢- استخدام أساليب القياس فى الامتحانات المدرسية بصورة أكثر جدية، بحيث تكون صالحة لقياس فهم الطالب لما تعلمه من مفاهيم علمية وأساليب التفكير، وكذلك مدى قدرة الطالب على الإفادة من المفاهيم العلمية فى مواجهة المواقف التعليمية الجديدة وحل المشكلات.

١٣- مراعاة التسلسل المنطقى والسيكولوجى فى تعليم المفاهيم العلمية وتعلمها، وذلك بالتأكد من فهم الطلبة للمفاهيم العلمية السابقة اللازمة لتعلم المفهوم العلمى الجديد واكتسابه، كما ينبغى لمعلمى العلوم التعرف على مصادر الصعوبة المختلفة فى تعلم المفاهيم العلمية وتعليمها، وبالتالى الانتباه إلى المفاهيم العلمية (الصعبة) وتحليلها أثناء العملية التعليمية - التعلمية.

١٤- التأكيد على أن تعلم المفاهيم العلمية وإنماءها عملية مستمرة لا تتم بمجرد تقديم تعريف المفهوم أو دلالته اللفظية، بل تقتضى تخطيطا فى التدريس يتضمن تنظيما متكاملا للمعرفة العلمية والمواقف التعليمية التى تتيح الفرصة للطالب للتعرف على الأشياء أو المواقف والمقارنة بينها، ومن ثم تصنيفها للوصول إلى تكوين المفهوم العلمى واكتسابه، وهنا يجب التوكيد على تكامل أشكال المعرفة العلمية وهرمية بنائها وتعلمها واندماجها بحيث إن تعلم الحقائق العلمية (هواء العلم) ضرورى لتعلم المفاهيم العلمية، وتعلم المفاهيم العلمية ضرورى لتعلم المبادئ (التعميمات) والقوانين والقواعد العلمية والنظريات العلمية.

عوامل تؤثر فى تعلم المفاهيم وتعلمها:

تعلم المفاهيم عملية عقلية يقوم بها الفرد نفسه، ومن هنا فإننا نتوقع أن تتأثر هذه العملية بكل العوامل التى تجعل المتعلم فردا متميزا عن الأفراد الآخرين، ولما كانت الفروق بين الأفراد ترتبط بالعديد من العوامل مثل الذكاء، والخلفية الثقافية، والدوافع، والخبرات السابقة، والظروف الاجتماعية والاقتصادية .. وغيرها، لذا فإنه يصبح من غير الممكن أن نناقش كل هذه العوامل وعلاقتها بعملية تعلم المفاهيم مع أهميتها، ونجد أنفسنا أمام ضرورة الاقتصار على توضيح علاقة تعليم المفاهيم وتعلمها ببعض هذه العوامل فقط، وما دمنا نتكلم عن «تعلم» المفاهيم، فإننا نتوقع أيضا أن تخضع العوامل المرتبطة بهذه العملية لشروط التعلم، وهذا أيضا موقف يحتم علينا أن نقصر مناقشتنا على مجرد بعض الأمثلة والعوامل دون الدخول فى التفاصيل؛ لأن ذلك يتطلب دراسات أخرى تخرج عن حدود أهداف هذه الدراسة.

ويمكن بصورة خاصة الإشارة إلى العوامل التالية لما لها من أهمية فى ربط عملية تعلم المفاهيم بكيفية توجيه التدريس من أجل تكوينها:

١- عدد الأمثلة:

ذكرنا أن تكوين المفهوم يتطلب من المتعلم أن «يميز» بين أوجه الشبه والاختلاف بين عناصر الموقف ليصل إلى «تنظيم» لهذه العناصر فى علاقات تجعلها ذات معنى بالنسبة له، وقد وجد أن تقديم عدد كاف من الأمثلة لتأكيد العرض الجيد للمفهوم المراد تعلمه أمر مهم فى تعلم المفاهيم. فمثلا عند تدريس «الثدييات» يلزم تقديم أمثلة عديدة ومختلفة (من الحوت إلى الإنسان) حتى تتضح معظم الصفات المشتركة، وحتى يمكن التمييز بين الصفات ذات العلاقة بالمفهوم (الغدد الثديية، الولادة)، وتلك التى ليس لها علاقة به (الحياة فى الماء، الحياة على الأرض)، ويرتبط بهذا ضرورة إتاحة الفرصة للتلاميذ لأن يروا تطبيقات للمفهوم فى مواقف متعددة حيث إن ذلك يساعد على زيادة فهمهم للمفهوم، وينطبق هذا على المفاهيم الأخرى مثل مفهوم «تأكسد» و«قوة» و«طاقة» وغيرها.

٢- الأمثلة الإيجابية والأمثلة السلبية:

تابع كوليت Collette نتائج بعض الدراسات التى اهتمت بموضوع الأمثلة الإيجابية، أى الأمثلة التى تشتمل على عناصر ذات صلة مباشرة بالمفهوم، والأمثلة السلبية، أى الأمثلة التى لا تشتمل على هذه العناصر، وأثرها فى تعلم المفهوم، وقد خرج من هذه الدراسات بنتيجة مفادها أنه يجب إعطاء التلاميذ أمثلة إيجابية وأخرى سلبية للمفهوم المراد تعلمه، وفى حالة ما إذا كان لا يمكن إعطاء سوى أمثلة إيجابية أو أمثلة سلبية فقط، فالأفضل إعطاء أمثلة إيجابية لتسهيل تعلم المفهوم، ويمكن تفسير ذلك على أساس أن عملية التمييز للعناصر المشتركة بين الأمثلة الإيجابية والسلبية تتطلب عملا عقليا ينتج عنه إدراك أعمق للعلاقات الموجودة بين تلك العناصر الأمر الذى يجعلها ذات معنى حقيقى بالنسبة للمتعلم فيسهل تعلمها.

وإذا أخذنا مفهوم «الثدييات» كمثال، نستطيع بناء على ما تقدم أن نقول أنه عند التدريس من أجل تكوين هذا المفهوم يستحسن دراسة عدد من الحيوانات الثديية والأخرى غير الثدية؛ حتى يكون استنتاج الصفات المشتركة للثدييات عملا مفيدا فى تيسير تعلم المفهوم، وقياسا على ذلك يصبح من الضرورى لتعلم مفهوم «قلوى» أو «حامض» أو «مركب» أو ما شابه من المفاهيم الكيميائية أن نعطى التلاميذ أمثلة تتضح فيها صفات المفهوم الذى يراد تعلمه وأمثلة أخرى لا تتضح فيها هذه الصفات حتى

يسهل التعلم، ونفس الشيء يمكن أن يقال فى المفاهيم الفيزيائية مثل «التوصيل على التوالى» أو «الانكسار» أو «الحالة السائدة للمادة» أو ما شابه، وفى مثل هذه الحالات وجد أن عرض الأمثلة الإيجابية والأمثلة السلبية فى نفس الوقت يساعد أيضا على تعلم أحسن للمفهوم.

٣- الخبرات السابقة للمتعلم:

يتأثر تعلم المفهوم بمعلومات التلميذ ومفاهيمه السابقة، فمرور التلميذ بخبرات كثيرة سابقة يساعده على رؤية العلاقات بين عناصر الموقف الجديد إذا كانت لتلك الخبرات علاقة به، فمثلا التلميذ الذى يعيش فى بيئة زراعية ستكون قدرته على تعلم بعض المفاهيم المتعلقة بموضوعات مثل «البذور» و«الثمار» و«الأزهار» و«علاقة نمو النبات بنوع التربة» و«العوامل التى تساعد على نمو النباتات»، و«علاقة الكائنات الحية ببعضها البعض فى بيئة زراعية» وغيرها من المفاهيم التى ترتبط بحياته اليومية، لا شك فى أنها ستكون على مستوى يختلف عن تلميذ يعيش حياته كلها فى المدينة أو بيئة صناعية.

ويمكن تفسير هذه العلاقة بين تعلم المفهوم وخبرات المتعلم السابقة على ضوء فهمنا لطبيعة بناء المفاهيم ذاتها، ذلك أن بناء المفاهيم يقوم على أساس تتابع الخبرات واستمرار إعادة تنظيمها فى ضوء الخبرات الجديدة، بمعنى أنه لكى يزداد المفهوم عمقا واتساعا يلزم دائما أن تكون هناك حقائق جديدة ترتبط بهذا المفهوم وأن تبنى هذه الحقائق على أساس الحقائق السابقة لها، وفى إطار هذا التسلسل المنطقى الوظيفى يصبح لعناصر الموقف الجديد معنى بالنسبة للمتعلم، وتصبح الخبرات السابقة وظيفية فى تعميق فهمه وتيسير تعلمه للموقف الجديد.

وعلى هذا الأساس تصبح إحدى الوظائف المهمة التى يجب أن يقوم بها مدرس العلوم هى معرفة الخلفية أو الأرضية التى سيقدم على أساسها الخبرات الجديدة لتلاميذه، وعندما ينجح فى تحقيق ذلك سيكون قد ذلل أول عقبة تحول دون نمو تلاميذه فى اكتساب خبراتهم الجديدة، وبالطبع نحن نعلم أن ذلك ليس أمرا سهلا، ولكنه غير مستحيل، ولعل أبسط ما يمكن أن يفعله المدرس من أجل التعرف على معلومات تلاميذه بالنسبة للموضوع الذى يريد تدريسه أن يبدأ بمناقشة التلاميذ فيما يعرفونه عن هذا الموضوع، وإذا تمت هذه المناقشة فى جو من التقبل بين المدرس وتلاميذه، وإذا كان المدرس صادقا فى التعرف على خبرات تلاميذه السابقة، فإن هذا الأسلوب يمكن أن

يكون بداية ناجحة لتدريس يهدف إلى مساعدة التلاميذ فى تعلم المفاهيم العلمية بطرق سليمة، ولعلنا بهذا نضع أيدينا على إحدى نقاط الضعف فى تدريس عدد من مدرسى العلوم، ففى بعض الأحيان يدخل المدرس إلى الفصل وفى ذهنه موضوع محدد يريد أن يدرسه، وعند بداية الدرس يجد أن بعض التلاميذ يرفعون أصابعهم للتعبير عن آراء لهم تتعلق بالموضوع، فينهرهم المدرس ويمنعهم من الكلام، وكأنه يقول لهم «إذا كنتم ستقولون ما أعرف فماذا يبقى لى أن أقوله»؟ وهذا فى تقديرنا من أسوأ الأشياء التى يمكن أن تحدث فى التدريس لأنه لا معنى لأن يعيد المدرس أشياء يعرفها التلاميذ، وقد يكون أكثر فائدة لو أنه استثمر هذا الوقت فى تعميق وشرح بعض العناصر التى تساعدهم على جعل ما يعرفونه وظيفيا فى تنمية مفاهيمهم، إنه الطريق الصعب بالنسبة للمدرس، ولكنه الطريق السليم لتدريس العلوم من أجل غايات تتعدى مجرد حفظ الحقائق، والمناقشة الهادفة ليست هى السبيل الوحيد لمعرفة الأرضية التى يقف عليها التلاميذ من حيث معلوماتهم السابقة ولكن هناك وسائل أخرى مثل إعطاء اختبارات تشخيصية قبل البدء فى تدريس وحدة أو موضوع معين، وبهذه الطريقة يستطيع المدرس أن يحدد بدرجة كافية من الدقة ماذا يعرف التلاميذ وماذا لا يعرفون عن هذا الموضوع، وعندما يبدأ التدريس دائما من حيث تنتهى معرفة التلاميذ يكون التدريس عملا علميا وبناء.

٤- الفروق الفردية بين المتعلمين:

يبدأ الطفل فى تكوين مفاهيمه منذ ولادته، ومع استمرار نموه تزداد تلك المفاهيم وتتعدد، وحيث إنه يصعب أن نتصور أن طفلين سيمران بنفس الخبرات طول حياتهما، لذا يمكن أن نفترض أن التلاميذ سيختلفون عن بعضهم البعض من حيث مستوى فهمهم للمفاهيم العلمية المختلفة، بل إننا نتوقع أن تزداد هذه الاختلافات مع استمرار تقدم التلاميذ فى حياتهم سواء داخل المدرسة أو خارجها، وهذا الافتراض يضعنا أمام مسئولية مهمة فى تدريس العلوم، فمن ناحية يتطلب منا الموقف أن نتعرف على هذه الفروق ومداها، ومن ناحية ثانية يكون من واجبنا كمدرسين أن نقدم للتلاميذ خبرات متعددة المستويات حتى يبدأ كل تلميذ من النقطة التى يجدها مناسبة لاستمرار نمو مفاهيمه، وتبدو صعوبة النقطة الثانية من طبيعة مناهج العلوم التقليدية حيث توضع المقررات فى صورة «كمية» معينة من المعلومات، ويوجه التدريس نحو عرضها على أساس أن التلاميذ على مستوى واحد من التنظيم المعرفى. وتكون النتيجة أن يقف التعلم عند

مجرد جمع الحقائق وخزنها، وهذا كما عبرنا عنه فى أكثر من مكان ليس التعلم الذى نهدف إليه.

إن مراعاة الفروق الفردية فى تكوين المفاهيم يتطلب منا أن نعيد الفكر فى طبيعة مناهج العلوم التى نقدمها لتلاميذنا فى كل مراحل التعليم، ولعل أهم ما يمكن أن نسترشد به فى المناهج الجديدة أن نهدف إلى فهم المفاهيم الأساسية فى العلم، وهذا يجعل تحصيل الحقائق ليس غاية فى ذاته، ومنه يمكن أن ننتقى من المواقف ما يسمح لنا بإعطاء التلاميذ خبرات متنوعة تناسب ما بينهم من اختلافات فى الخلفية العلمية، والواقع أنه من أهم ما يتميز به الاتجاه الحديث فى بناء مناهج العلوم هو عدم الالتزام بحقائق معينة للوصول إلى فهم للمفاهيم العلمية، بل يمكن أن يصل التلاميذ إلى مثل هذا الفهم بطرق متعددة، وعن طريق أمثلة مختلفة، ولا شك فى أن مثل هذا الاتجاه يعطى تدريس العلوم فرصة لأن يكون أكثر مرونة سواء فى اختيار جزئيات المحتوى أو فى طرق التدريس، فالمهم هو أن يصل التلميذ إلى فهم للمفاهيم الأساسية، أما المحتوى والطرق التى تؤدى إلى هذا الفهم فيمكن أن تتعدد وتتنوع وفقا لاحتياجات الأفراد.

٥- الخبرات المباشرة والبديلة:

تشير نتائج البحوث وخاصة أعمال بياجيه إلى أن تكوين المفاهيم وخاصة فى المراحل الأولى من النمو يرتبط إلى حد كبير بالخبرات المباشرة التى يمر بها المتعلم، ففى رأى بياجيه أن الطفل من الولادة حتى سن الثانية يقوم باكتشاف ما حوله عن طريق المحاولة والخطأ ويبدأ فى تنسيق مدركاته مع استجاباته البدنية، ومن سن سنتين إلى أربع سنوات يربط بين الأشياء والكلمات وتكون مفاهيمه غير واضحة أو محددة، ولكنه يتعلم بصورة مبدئية أن هناك تتابعا فى بعض الأحداث، وبين الرابعة والسابعة من عمره يعتمد الطفل فى أحكامه على الانطباعات الحسية المباشرة، وما بين السابعة والثانية عشرة يكون أكثر قدرة على القيام بعمليات عقلية أكثر تعقيدات ولكنه يريد أن يرى الأشياء محددة أمامه أو أن يحتك بها بخبرة مباشرة، وفى رأى بياجيه أنه فى سن الثانية عشرة تقريبا يكون الطفل أكثر قدرة على التفكير بطريقة أكثر تجريدا.

وإذا أخذنا بهذا التحليل نجد أن الطفل حتى الثانية عشرة من عمره، أى حتى نهاية المرحلة الابتدائية أو منتصف المرحلة المتوسطة فى بعض النظم التعليمية يعتمد أساسا فى تكوين مفاهيمه على الخبرة الحسية المباشرة، بمعنى أن الطفل فى هذه المرحلة

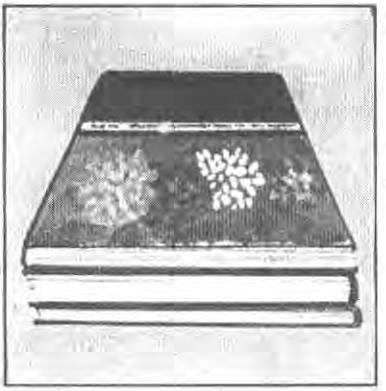
يريد أن يرى ويسمع ويلمس ويتذوق ويشم الأشياء لكى تكون مفاهيمه عنها صادقة وذات معنى، وليس معنى ذلك أنه لا يستوعب الخبرات غير المباشرة بالمرة، فهو يتعلم ويكون بعض المفاهيم من استماعه لما يقوله الآخرون، وما يقرؤه فى بعض الكتب والمجلات وما يراه من صور أو ما يشاهده من برامج تليفزيونية، مثل هذه الخبرات البديلة (غير المباشرة) تعتبر عاملا مهما فى تكوين خبرات الطفل فى كل مراحل حياته، ولكن ما نود أن نشير إليه هو أن التعلم فى المراحل الأولى يكون أكثر ثراء عندما يرتبط بخبرات حسية مباشرة، حيث تكون مثل هذه الخبرات ذات معنى بالنسبة له، وليس معنى كلامنا هذا أيضا أن الخبرات المباشرة لا تلزم فى تكوين المفاهيم إلا فى مراحل النمو الأولى ، الواقع أنها ذات أهمية فى كل مراحل النمو، ومن هنا نلاحظ أن تكوين المفاهيم يرتبط بالخبرات المباشرة وغير المباشرة التى يمر بها الإنسان، وإن كان الطفل فى مراحل نموه الأولى يكون أكثر حاجة إلى الخبرات المباشرة لتكوين مفاهيمه الحسية.

وعندما نحاول أن نربط بين هذه النتائج وبين تدريس العلوم من أجل تكوين مفاهيم، نجد أن للتجارب العملية أهمية خاصة فى تدريس العلوم، فهى تمثل خبرة مباشرة بالنسبة للتلاميذ، وتجعل الخبرات التى يحصلون عليها عن طريقها مفهومة وبالتالى ذات معنى، فهنا يركز المتعلم انتباهه، ويسجل ملاحظاته، ويحول هذه الملاحظات إلى معلومات، ويبحث فيها عن علاقات وتفسيرات ثم يصل إلى نتائج، والتجارب العملية التى نقصدها ليست تلك التجارب التى يتبع فيها التلميذ خطوات مرسومة ومحددة مسبقا - كما هو الحال فى كتب تعليم الطهو - ولكننا نقصد التجريب الذى يتمتع فيه التلميذ بقدر من الحرية فى تحديد الأهداف، وتصميم الفكرة التجريبية، وتنفيذ خطته والوصول إلى نتائج غير معروفة له من قبل، بهذه الصورة يكون التجريب له معنى البحث والاستقصاء والاستكشاف، وليس مجرد عمل روتينى يقتل التفكير والحماس، وهذا النوع من التجريب أيضا يتفق مع ما سبق أن ذكرناه عن وجود فروق فردية بين التلاميذ، ففى هذه الحالة سوف لا يتبع جميع التلاميذ نفس الأساليب للوصول إلى إجابات لتساؤلاتهم، ومن هنا يكون التجريب وسيلة ناجحة لتكوين المفاهيم حيث سيسلك كل تلميذ الطريق الذى يناسبه، وفى تدريس العلوم مجال واسع لتزويد التلاميذ بخبرات مباشرة فى كثير من الموضوعات التى يدرسونها، والرحلات والدراسات الميدانية يمكن أن تسهم بقدر كبير فى تحقيق هذه الغاية.

والوسائل التعليمية لها دورها الكبير فى مجال تعلم المفاهيم وتعليمها، إذ إن هناك من المفاهيم ما يصعب على المدرس توضيحها للتلاميذ بصورة تجعلها ذات معنى

بالنسبة لهم، إما لأنها معقدة التركيب أو على درجة عالية من التجريد، أو أنها ليست فى متناول أيديهم، أو أنها بعيدة عن بيئتهم، أو أن إجراء تجارب عنها فيه خطورة أو استحالة فى ظروف المدرسة العادية، أو ما شابه ذلك من العوامل، ويكون استخدام الوسائل التعليمية مثل الصور الثابتة والنماذج والعينات والصور المتحركة (الأفلام التعليمية أو التليفزيون التعليمى) أو غيرها هى أفضل الطرق لتوضيح المعانى المطلوبة من أجل تكوين المفاهيم المنشودة، ولهذا نقول ونؤكد بأن تطوير مناهج العلوم وخاصة من أجل تدعيم طبيعة العلم بمادته وطريقته يجب أن يكون مرتبطا بإنتاج وإعداد واستخدام الوسائل التعليمية المختلفة التى يمكن أن تجعل التعلم ذا معنى، وإلا سنقع فى نفس الأخطاء التى وقع فيها المنهج التقليدى ويتحول تدريسنا إلى مجرد سرد وتلقين واستظهار، ونعود بذلك إلى داء اللفظية. وعندما تتوافر هذه الوسائل سيصبح من الممكن تهيئة فرص وظروف عديدة يظهر فيها المفهوم فى مواقع وعلاقات مختلفة وهذا من شأنه أن يدعم تعلمه، إذ إنه يندر أن يتكون المفهوم من نشاط تعليمى واحد أو من خبرة منعزلة، المطلوب فى التدريس هو توفير مجموعة من الخبرات التى لها علاقة بالمفهوم وهذا بعد آخر يمكن أن تساعد الوسائل التعليمية فى تحقيقه.

٦- القراءة العلمية:



تعتبر القراءة الواعية من العوامل التى لها تأثير إيجابى فى تعلم المفاهيم، فالإنسان فى حياته فى حاجة إلى أن يتابع الجديد فى المعرفة عن طريق القراءة، والعلم له لغته ومصطلحاته، وما لم نزود التلميذ بالمصطلحات والرموز التى تستخدم فى نقل وتبادل الأفكار العلمية، فإنه لن يتمكن من زيادة معرفته بالعالم الذى يعيش فيه، والمفاهيم بدورها وسيلة تساعد المتعلم على متابعة نموه المعرفى، ولهذا كانت القراءة العلمية الفاهمة ضرورية لاستمرار نمو المفاهيم، وفى نفس الوقت فإن تعلم المفاهيم على أساس من الفهم يساعد المتعلم على استمرار النمو، لذلك نرى أن تدريس العلوم مطالب بتزويد التلاميذ بقدر أساسى من المعرفة العلمية التى تجعلهم قادرين على الاتصال والمشاركة فى فهم العلم ومتابعة الجديد فيه عن طريق القراءة والاطلاع.

والواقع أن للقراءة موضعا خاصا فى حياة الإنسان، فهو يتعلم حقيقة عن طريق الخبرة المباشرة ولكنه لا يستطيع أن يستمر فى حياته معتمدا على مثل تلك الخبرة لمتابعة نمو الخبرة الإنسانية فى أى من مجالاتها، ولهذا لابد له أن يعود إلى «اللغة» مكتوبة أو مقروءة ليواكب التقدم والنمو، ولذا نجد أنه فى مرحلة ما من الدراسة سينتقل بالضرورة مركز الثقل من تعلم قوامه الخبرات المباشرة إلى تعلم يعتمد أكثر على «اللغة اللفظية» لأن ذلك هو الطريق الوحيد لاختصار الوقت اللازم لتكوين المفاهيم، والمهم هنا أن نلاحظ أن الاعتماد على اللغة اللفظية لا يعنى أن تكون المفاهيم خالية من المعنى، فهذا لا يعتبر تعلما، ولكن إذا كان الشخص قد حصل قدرا معقولا من الخبرات السابقة المبنية على الفهم، فإن ذلك يساعده على استيعاب الأفكار الأكثر تجريدا فيما بعد، وبصورة عامة نقول : إنه لكى يكون التعلم اللفظى ذا معنى فى تعلم المفاهيم، يجب أن يكون المتعلم متمكنا من مهارات اللغة الخاصة بالعلوم، وأن يكون لديه أساس معقول من المعلومات ذات العلاقة بالموضوع التى تجعله أكثر قدرة على متابعة تنمية مفاهيمه عن طريق القراءة، وتحقيق هذا الأمر يتطلب أمرين، أولا أن تدعم مناهج العلوم بمجموعة كبيرة من القراءات بقصد المساعدة فى تكوين المفاهيم المطلوبة، وثانيا تعويد التلاميذ على الاطلاع الخارجى لكى يكتسبوا العادات والاتجاهات المصاحبة للقراءة الواعية.

٧- نوع المفهوم:

يرى كوليت أن هناك علاقة بين «نوع المفهوم» وبين درجة صعوبة تعلم المفهوم، وأن هذه العلاقة لها تأثيرها على دور المدرس بالنسبة لمساعدة التلاميذ على تعلم المفاهيم، وهو يقسم المفاهيم إلى ثلاثة أنواع:

(أ) مفاهيم تتحد فيها العناصر المكونة لها لكى يتكون المفهوم، ويمكن تسميتها مفاهيم ربط (Conjunctive) مثل ما يحدث فى تعريف المادة على أساس أن لها وزنا وتشغل حيزا من الفراغ، ففى هذه الحالة يتكون المفهوم من جميع أو اتحاد كل من الوزن والحجم معا، ويستخدم فيها عادة حرف العطف «و».

(ب) مفاهيم فصل (Disjunctive) ويتكون فيها المفهوم بالفصل بين مكوناته مثل ما يحدث عندما نقول أن «الأيون عبارة عن ذرة أو مركب ذرى اكتسب أو فقد واحدا من إلكتروناته»، ويلاحظ فى هذه الحالة أننا نستخدم حرف العطف «أو».

(جـ) مفاهيم علاقة (Relational) وفيها يتكون المفهوم على أساس وجود علاقة محددة بين مكوناته، ومثل هذه العلاقة نجدها - على سبيل المثال - فى مفهوم «المحلول

الحامض هو محلول يكون تركيز أيونات الأيدروجين الموجبة فيه أعلى من أيونات الأيدروكسيد السالبة»، ويلاحظ فى هذا المثال أن مفهوم «حامض» لا يتوقف على تركيزات أيونات الأيدروجين أو الأيدروكسيد بالتحديد، ولا تتوقف على حجم المحلول فقط، ولكنها تتوقف على «العلاقة» بين تركيز أيونات الأيدروجين والأيدروكسيد.

وهذا التصنيف لأنواع المفاهيم يوضح أن المفاهيم لا تتساوى فى درجة صعوبتها بالنسبة للمتعلم، فالمفاهيم التى من النوع الأول - مفاهيم الربط - هى أسهلها تعلما؛ لأن جميع عناصرها ذات علاقة بالمفهوم، أى أنها تعرض دائما بطريقة إيجابية، وهذا ييسر تعلمها. بينما المفاهيم من النوع الثانى - مفاهيم الفصل - لا يكون للعناصر أو المثيرات الإيجابية فيها نفس خصائص الإثارة، فذرة الصوديوم التى فقدت إلكترونا وذرة الكلور التى اكتسبت إلكترونا كلتاهما أيونات، ومع ذلك فخصائص الإثارة فيهما ليست واحدة؛ لأن أحدهما فقد والآخر اكتسب إلكترونا، وهذا يجعلها أصعب فى تعلمها من مفاهيم الربط، ونفس الشىء يمكن أن يقال عن مفاهيم «العلاقة» حيث يكون تعلمها أصعب من تعلم مفاهيم الربط أيضا، ففى مفاهيم العلاقة لا يكون على التلميذ أن يميز بين العناصر المهمة فحسب (وهى المشكلة الأساسية فى تعلم مفاهيم الربط)، ولكن عليه أن يتعلم أيضا كيف تحدث العلاقة بين تلك العناصر.

وتكون مهمة مدرس العلوم فى هذه الحالة أن يعرف أولا نوع المفهوم الذى يود أن يساعد تلاميذه على تعلمه، ومعرفة المدرس لطبيعة العلاقات التى يشتمل عليها المفهوم تجعله هو نفسه أكثر فهما للمفهوم، وهذه فى حد ذاتها نقطة مهمة فى تعلم المفاهيم وتعليمها، بل إنها نقطة البداية التى إن لم تتحقق على أكمل وجه فإن ما يأتى بعدها يكون نصيبه من النجاح محدودا جدا.

ومما يمكن أن يفعله المدرس أن يحاول تحليل المفهوم إلى مكوناته، فيحدد الصفات المميزة وتلك غير المميزة للمفهوم، وعندما يفعل المدرس ذلك فإن المفهوم - غالبا - سيكون واضحا له ولتلاميذه، وإذا استطاع المدرس أن يعرف أيضا تلك الخبرات التى يعرفها التلاميذ والتى لها علاقة بهذا المفهوم، فإنه يكون فى وضع يمكنه من مساعدة تلاميذه مساعدة فعَّالة فى تعلم هذا المفهوم.

وعندما يتبين من تحليل مكونات المفهوم أنه يشتمل على عدد كبير من العوامل، فقد يرى المدرس تقليل التعقيد فى تعلم المفهوم فى المراحل الأولى بإهمال بعض العوامل مؤقتا، أو بتجميع بعض العوامل مع بعضها البعض فى مجموعات أكبر، وبعد ذلك عندما يشعر المدرس أن تلاميذه قد بدأوا يلمون ببعض عناصر المفهوم يمكنه أن يقدم تدريجيا عوامل أكثر وأن يميز بين تلك العوامل التى كانت متجمعة مع بعضها البعض.

وإذا تبين من التحليل أن هناك عوامل أكثر أهمية من عوامل أخرى، فيمكن للمدرس أن يبدأ بالعوامل الأكثر أهمية، وأن يخطط تدريسه على هذا الأساس، إذ الملاحظ أن التلاميذ قد يهملون بعض الصفات المهمة للمفهوم لا لشىء إلا لأنها ظهرت لهم أثناء التعلم أنها غير مهمة، وقد يكون السبب فى ذلك مرجعه إلى أن المدرسين قد أغفلوا تأكيد أهميتها، ولا شك فى أن المدرس المتمكن من فهم المفاهيم الأساسية فى مجال تخصصه العلمى سيكون أكثر قدرة على تحليل كل مفهوم إلى عناصره وعلى تخطيط تدريسه، بحيث يستخدم كل الطرق والوسائل التى تساعد تلاميذه على تعلم الخصائص المهمة للمفاهيم المطلوب تعلمها.

ولقياس تعلم المفاهيم العلمية، يمكن لمعلم العلوم أن يستخدم وسائل وأساليب عديدة لقياس المفهوم العلمى لدى الطلبة، أو يستدل بها على صحة تكوين المفهوم العلمى وبنائه، ومن هذه الوسائل، الأساليب التقويمية التى تقيس قدرة (الطالب) على ما يأتى:

أ - اكتشاف المفهوم العلمى من خلال تطبيق عمليات تكوين المفهوم العلمى الثلاث: التمييز والتصنيف والتعميم.

ب- قدرة الطالب على تحديد الدلالة اللفظية للمفهوم العلمى.

جـ- تطبيق المفهوم العلمى فى مواقف تعليمية - تعلمية جديدة.

د - تفسير الملاحظات والمشاهدات أو الأشياء فى البيئة التى يعيش فيها (الطالب) وفق المفاهيم العلمية المتعلمة.

هـ- استخدام المفهوم العلمى فى حل المشكلات.

و - استخدام المفهوم العلمى فى استدلالات أو تعميمات أو فرضيات علمية مختلفة.

الصعوبات فى تعلم المفاهيم العلمية:

تشير نتائج الدراسات والأبحاث التربوية فى تدريس العلوم إلى وجود بعض الصعوبات فى تعلم المفاهيم العلمية واكتسابها، وذلك نظرا لتفاوت المفاهيم العلمية

نفسها من حيث: أنواعها وبساطتها وتعقيدها أو تجريدها، ومن بين الصعوبات فى تعلم المفاهيم العلمية نذكر ما يلى:

١- طبيعة المفهوم العلمى، ويتمثل فى مدى فهم المتعلم (الطالب) للمفاهيم العلمية المجردة أو المفاهيم المعقدة أو المفاهيم ذات المثال الواحد، كما فى مفاهيم: الأيون، الجين، التأكسد، الطاقة، DNA . . . إلخ.

٢- الخلط فى معنى المفهوم أو فى الدلالة اللفظية لبعض المفاهيم العلمية، وخاصة المفاهيم التى تستخدم كمصطلحات علمية وكلغة محكية بين الناس كما فى مفاهيم: الزهرة، الذرة، النواة، الشغل . . . إلخ.

٣- النقص فى خلفية الطالب العلمية (الثقافية)، فمثلا عندما يدرس الطالب مفهوم الانصهار، فإن تعلم هذا المفهوم العلمى يعتمد على بعض المفاهيم العلمية السابقة والتكيف معها كما فى: مفهوم الحرارة، ومفهوم الحالة الصلبة، ومفهوم الحالة السائلة، ومفهوم التغير الطبيعى.

٤- صعوبة تعلم المفاهيم العلمية السابقة اللازمة لتعلم المفاهيم العلمية الجديدة.

أما مصادر صعوبات تكوين المفاهيم العلمية، فيذكر الأدب التربوى أنها صعوبات تنجم فى معظمها عن عوامل خارجية بالنسبة للفرد (الطالب) المتعلم، وبالتالى ليس له (أى الطالب) سلطان عليها، ومن بين هذه الصعوبات ما يلى:

١- المناهج التدريسية غير الملائمة، والتى تتمثل فيما يلى:

أ - مقررات منهجية لا تراعى بدرجة أكبر الخلفيات المباشرة للطلاب.

ب- قد لا تتمشى مفاهيم المناهج المقررة مع المستويات الحقيقية للطلاب.

جـ- يمكن أن تتضمن نشاطات علمية قد لا تستطيع غالبية الطلاب القيام بها.

د - توقع المسئولين والمعلمين و(أولياء الأمور) أن يتعلم الطلبة قدرا كبيرا من المفاهيم العلمية بسرعة، فى حين أنهم (الطلبة) غير مستعدين لتعلمها، ومن هنا قد تنشأ فكرة «عدم ملاءمة مناهج العلوم».

هـ- قد تبنى المناهج والمقررات الدراسية (أو تقتدى) بالمناهج الغربية (الأجنبية) دون أن تأخذ اختلاف الثقافات والإمكانات المادية والفنية بعين الاعتبار.

٢- العوامل اللغوية أو لغة التعليم، تعتبر لغة التدريس (العربية) من العوامل

الخارجية التى قد تؤثر فى استيعاب الطلاب للمفاهيم العلمية، وخاصة عند تدريس الطلاب بلغة تختلف عن اللغة الأم كاللغة الإنجليزية أو الفرنسية كما يحدث فى بعض الدول العربية، كما أن اللهجات التى يستخدمها المعلمون قد تؤثر أيضا فى تكوين المفاهيم العلمية أو استيعابها لدى الطلبة.

٣- طرق التدريس، تؤثر طرق وأساليب التدريس (التقليدية) السائدة (كما فى: الإلقاء والمحاضرة، والشرح، والعرض . . .) فى تكوين المفاهيم العلمية واستيعابها لدى الطلبة، وكما تقول الحكمة: عندما لا يتعلم الطلبة جيدا فى المدرسة، فإن ذلك يرجع فى معظم الحالات إلى المعلم بقدر ما يرجع إلى الطالب.

٤- معلمو العلوم أنفسهم، ويرتبط هذا العامل بطرق وأساليب التدريس التى يتبعها أو يطبقها المعلمون فى ممارساتهم التدريسية الصفية والمخبرية، وقد ترجع أيضا - بالإضافة إلى ما سبق - إلى عوامل أخرى فى المعلمين أنفسهم كما فى:

أ - مؤهلات المعلمين دون المستوى المطلوب.

ب- مدى فهم المعلمين أنفسهم للمفاهيم العلمية نفسها.

جـ- مدى توافر الحوافز الداخلية عند المعلم، ومدى دافعيته، وارتباطه بمهنة التعليم.

أما العوامل الداخلية التى تسهم فى صعوبات تكوين المفاهيم العلمية لدى الطلاب، فعلى اختلاف الباحثين فيها، تتمثل بمدى استعداد الطالب نفسه ودافعيته للتعلم بوجه عام، وتعلم المفاهيم العلمية بشكل خاص، وكذلك مدى اهتمامه وميوله للمواد العلمية وتعلم مفاهيمها، هذا علاوة على البيئة (والثقافة) التى يعيش فيها الطالب التى قد لا تشجع (أو تطمس) روح التساؤل والاستقصاء العلمى، وعليه، ينبغى لمعلم العلوم أن يساعد الطلاب على تكوين المفاهيم العلمية وتمثلها، وذلك بربطها بالخبرات المألوفة للطلبة وبالتالى الانطلاق من خبرات الطلاب أنفسهم.

بناء على ما تقدم، ونتيجة لوجود بعض الصعوبات فى تعلم بعض المفاهيم العلمية، تنشأ أخطاء عديدة فى مفاهيم الطلاب العلمية على مختلف مستوياتهم التعليمية.

مدخل عمليات العلم: Scientific Processes

مقدمة:

يمكن القول بأن هناك جانبين مهمين بالنسبة لتدريس العلوم هما:

١- المعرفة العلمية: Scientific Knowledge

وهى نتاج النشاط البشرى من حقائق ومفاهيم وقوانين ومبادئ وتعميمات ونظريات وما يتراكم كل يوم من جديد من ناتج معرفى، ويفيد بعض العلماء ورجال التربية من أمثال عالم النفس الأمريكى أوزوبل أن المعرفة العلمية التى تمثل الناتج أو الحصيلة من العلم ينبغى أن تكون الجانب الذى يوجه إليه الاهتمام الأساسى فى تدريس العلوم.

٢- طريقة الوصول إلى المعرفة العلمية: Way of Knowing

يعتبر بعض العلماء ورجال التربية من أمثال شواب وجانييه وتايلر أن طريقة الوصول إلى المعرفة العلمية هى الجانب الأكثر أهمية بالنسبة للعلوم، وقد قرر هوايتى هيد أن أعظم اختراع فى القرن التاسع عشر كان هو التوصل إلى طريقة الاختراع، ويعتقد هؤلاء العلماء والفلاسفة أن أهم جانب بالنسبة للعلم هو كيف يتوصل العلماء إلى اكتشافاتهم وكيف يصلون إلى المعرفة العلمية، وعلى ذلك فإن الطرق أو العمليات التى يتم التوصل بواسطتها إلى المعرفة العلمية هى التى ينبغى أن يوجه إليها الاهتمام بالنسبة لتدريس العلوم ومثل هذه الطرق العلمية أو عمليات العلم: الملاحظة والتصنيف، والقياس، والاستنتاج، والتنبؤ، وتفسير البيانات، وفرض الفروض والتجريب.

وإذا حاولنا أن نعود إلى الماضى لنستعرض التطور التاريخى على المستوى العالمى بما حدث فى مجال تدريس العلوم بالنسبة لهذين الاتجاهين نجد أنه:

١- كان الاهتمام موجها إلى الجانب المعرفى حتى نهاية الأربعينيات، أى أن الأولوية فى تدريس العلوم كانت موجهة إلى المعرفة والمعلومات العلمية دون الاهتمام بطريقة الوصول إلى المعرفة العلمية ويظهر أثر ذلك حتى الآن فى المناهج التقليدية بالاهتمام بالمعلومات والتحصيل.

٢- فى أوائل الخمسينيات بدأ الاهتمام يوجه إلى طريقة الوصول إلى المعرفة العلمية ممثلا فى عمليات العلم، وجاء إطلاق الاتحاد السوفيتى للقمر الصناعى الأول «سبوتنيك عام ١٩٥٧» عاملا رئيسيا فى دفع بعض دول العالم مثل الولايات المتحدة الأمريكية لإعادة النظر فى برامج تدريس العلوم فى المدارس، الأمر الذى أدى إلى أن تصبح الأولوية لعمليات العلم فى البرامج الجديدة للعلوم التى تم بناؤها بعد ذلك، وقد تم بالفعل بناء الكثير من برامج العلوم للمدارس على أساس عمليات العلم.

٣- فى أوائل السبعينيات بدأ الاهتمام بالنواحى المعرفية يعود مرة أخرى إلى جانب الاهتمام بعمليات العلم، وعلى ذلك فإن بناء مناهج العلوم أصبح يعتمد بعد ذلك على محورين أساسيين هما المعرفة العلمية وعمليات العلم، ويؤيد هذا الاتجاه كثير من العلماء ورجال التربية من أمثال هرد ونوفاك وبيرسون.

ونحن من جانبنا نعتقد أنه بالرغم من أهمية المعرفة العلمية ممثلة فى الحقائق والمفاهيم والقوانين والنظريات والتعميمات العلمية بالنسبة لتدريس العلوم، وهذا ما تؤكده حتى الآن المناهج الحالية، فإننا نرى ضرورة الاهتمام بعمليات العلم فى تدريس العلوم وبصفة خاصة لتلاميذ المدرسة الابتدائية، الأمر الذى يستدعى أن تكون عمليات العلم محورا أساسيا لبناء مناهج العلوم للمدرسة الابتدائية.

ومن هذا المنطلق قد خصصنا هذا الفصل لعمليات العلم، بهدف جعل معلم العلوم واعيا بأهميتها فى تدريس العلوم وزيادة قدرة التلاميذ على استخدام عمليات العلم بما يؤدى إلى تنمية هذه المهارات لديهم.

تصنيف مهارات عمليات العلم:

تعرف مهارات عمليات العلم بأنها: تلك المهارات العقلية التى تتضمنها عملية البحث والاستقصاء، والتى يقوم بها الفرد بجمع البيانات والمعلومات وتصنيفها، وبناء العلاقات وتفسير البيانات والتنبؤ بالأحداث من خلال هذه البيانات وذلك من أجل تفسير الظواهر والأحداث الطبيعية.

وهذه العمليات توصف فى حركة التطوير التى تشهدها مناهج العلوم حاليا على المستوى العالمى بأوصاف عديدة ولكنها جميعا تتفق على أن فهم العلم يتضمن بالضرورة فهم عملياته.

قامت الرابطة الأمريكية لتقدم العلوم عام ١٩٦٢ بتحديد عمليات العلم بثلاث عشرة عملية وصنفتها إلى نوعين هما:

أولا: عمليات العلم الأساسية:

وهذه تشمل ثمانى عمليات هى:

١- الملاحظة Observing

٢- التصنيف Classifying

٣- القياس Measuring

٤- الاتصال Communicating

٥- التنبؤ Predicting

٦- الاستنتاج Inferring

٧- استخدام علاقات المكان والزمن Using Space/ Time Relationships

٨- استخدام الأرقام Using Numbers

ثانيا: عمليات العلم التكاملية: Integrated Scientific Processing

وهذه تشمل خمس عمليات هى:

١- التحكم فى المتغيرات Controlling Variables

٢- تفسير البيانات Interpreting Data

٣- فرض الفروض Formulating Hypotheses

٤- التعريف الإجرائى Defining Operationally

٥- التجريب Experimenting

وتستخدم عمليات العلم الأساسية فى الصفوف الأربعة الأولى من المدرسة الابتدائية، أما عمليات العلم التكاملية فتستخدم فى الصفوف الأعلى (الصفين الخامس والسادس الابتدائى والصفوف السابع والثامن والتاسع).

ويلاحظ أن عمليات العلم تمثل تنظيما هرميا بحيث إن استخدام العمليات التكاملية يتطلب إتقان ما سبق من العمليات الأساسية، كما أن عمليات العلم التكاملية تجمع مجموعة من العمليات الأساسية.

أولا: عمليات العلم الأساسية:

١- الملاحظة Observing:

تعتبر العملية الأساسية التى يستخدم فيها الشخص حواسه للتوصل إلى المعلومات عن العالم المحيط به أشياء أو ظواهر أو حوادث، وفيها يستخدم الشخص حاسة أو أكثر من حواسه الخمس (البصر، والشم، والتذوق، واللمس، والسمع).

obeikandl.com

والملاحظة وسيلة ضرورية للوصول إلى الحقائق والمفاهيم والقوانين والنظريات التى تفسر الظواهر الطبيعية المختلفة وذلك بدءًا من التلميذ الصغير فى المدرسة الابتدائية حتى العالم الباحث فى معمله، وهى تؤدى إلى مجموعة من الاستنتاجات أو الفروض التى يمكن أن تختبر بمزيد من الملاحظات.

وهناك مجموعة من الاعتبارات الأساسية يجب مراعاتها فى عملية الملاحظة على النحو التالى:

١- أن تتم الملاحظة باستخدام أكثر عدد من الحواس الخمس وينبغى عدم الاعتماد على حاسة البصر فقط، واستخدام حواس أخرى مثل السمع واللمس والشم، ويجب التنبيه على التلاميذ بعدم استعمال حاسة التذوق إلا بعد استشارة المعلم، وبذلك يمكن عن طريق الملاحظة التعرف على صفات الأشياء مثلا من حيث الشكل واللون والحالة التى توجد عليها والحجم والوزن والرائحة والطعم فى حالة معينة وغير ذلك من الصفات.

٢- أن تكون الملاحظة كمية كلما أمكن ذلك، وينبغى عدم الاعتماد على الملاحظات الكيفية فقط، فمثلا عند وصف حجرة من الأفضل قياس أبعادها بدلا من وصفها بحجرة صغيرة أو كبيرة، وكذلك بالنسبة لحالة الجو من الأفضل تحديد وقياس درجة الحرارة بدلا من ذكر أن الجو بارد أو حار، وعلى ذلك فإنه ينبغى استخدام الملاحظات التى تعتمد على قياسات كمية ما أمكن ذلك مع مراعاة استعمال أدوات ووحدات القياس المناسبة لمستوى التلاميذ، ويراعى فى حالة الملاحظات غير الكمية (الوصفية) أن تكون منسوبة إلى شىء آخر، فبدلا من وصف شىء بأنه كبير أو صلب أو لامع من الأفضل وصف هذا الشىء بأنه أكثر صلابة أو أكثر لمعانا من شىء آخر معروف.

٣- أن تشمل الملاحظة التغيرات الحادثة كلما أمكن ذلك، فالملاحظة ينبغى ألا تقتصر على الحالة التى يوجد عليها الشىء أو الظاهرة، بل ينبغى أن تشمل التغيرات التى تحدث سواء أكانت هذه التغيرات طبيعية أم كيميائية، مثال التغيرات التى تحدث فى البذور عند إنباتها أو التغيرات التى تحدث عند إذابة جسم صلب فى سائل أو تعريض مادة ما للحرارة أو تفاعل مادة مع مادة أخرى أو التغيرات التى تحدث فى الضغط الجوى أو درجة الحرارة وهكذا.

٤- أن يكون واضحا الفرق بين الملاحظة والاستنتاج، فبينما الملاحظة تؤدى إلى التعرف على خواص الأشياء والظواهر والحوادث التى يمكن الحصول عليها من خلال الحواس، فإن الاستنتاج يتضمن تفسيرات لملاحظاتنا، مثال ذلك يمكنك ملاحظة أن الشارع به وحل وتستنتج أن هذا الوحل سببه سقوط أمطار ويمكن أن يستنتج شخص آخر أن الوحل سببه انفجار ماسورة ماء وأن أرض الشارع كانت مغطاة بالأتربة فى الحالتين، وعلى ذلك فإنه ينبغى أن يكون التلميذ واعيا بالفرق بين الملاحظة والاستنتاج حيث إن الملاحظة لا يحدث اختلاف عليها بين شخص وآخر بعكس الاستنتاج؛ لأن الأشخاص يختلفون فى تفسيرهم لما يدركونه عن طريق حواسهم.

٥- أن تتم الملاحظة بحيث يراعى أوجه الاختلاف بين الأشياء المتماثلة، فإذا كنت تلاحظ شيئا معينا يوجد ضمن مجموعة من الأشياء المتماثلة فمن الضرورى أن تلاحظ هذا الشيء بدقة تستطيع بها أن تصل إلى وصف له يميزه عن الأشياء الأخرى المماثلة له، بمعنى أن تصل من خلال ملاحظاتك إلى وصف يميز هذا الشيء بالذات. ومثال ذلك ملاحظة ورقة شجرة معينة ضمن مجموعة أوراق أشجار أو حجر معين ضمن مجموعة من الصخور.

وعلى ذلك فإن عملية الملاحظة تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- التعرف على خواص الشيء أو الظاهرة باستخدام أربع من الحواس على الأقل.

٢- صياغة الملاحظات بصورة كمية ما أمكن ذلك.

٣- وصف التغيرات الحادثة فى الشيء، أو الظاهرة.

٤- التمييز بين الملاحظة والاستنتاج.

٢- التصنيف Classifying:

التصنيف هو العملية التى تستخدم لتقسيم الأشياء أو الأحداث إلى مجموعات طبقا لصفات معينة، فعلماء الأحياء يقسمون الكائنات الحية إلى نباتات وحيوانات. وعلماء الكيمياء يصنفون العناصر إلى فلزات (معادن) ولا فلزات، وعلماء البيئة يصنفون الموارد الطبيعية إلى موارد دائمة كالشمس والهواء والماء، وموارد طبيعية متجددة مثل

النبات والحيوان والتربة، وموارد طبيعية غير متجددة مثل الفحم والبترول والمعادن. وبصفة عامة فإن التصنيف يستعمل فى العلوم وغيرها من المجالات، لإبداء أوجه التشابه والاختلاف والعلاقات، مثال ذلك فى الكيمياء ترتب العناصر ذات الصفات المتماثلة فى مجموعات واحدة، ويعرف هذا الترتيب بالجدول الدورى للعناصر.

ونحن فى حياتنا اليومية نستخدم عملية التصنيف فنقسم المحلات التجارية إلى محلات بقالة وجزارة وخضروات وفاكهة، وهكذا. والكتب تصنف فى المكتبات وفق موضوعات الدراسة، والتلاميذ فى المدرسة يصنفون وفق الصف الدراسى الذى يدرسون فيه، وعلى ذلك فإنك يمكن أن تصنف أى مجموعة من الأشياء إلى مجموعتين أو أكثر وفق صفات معينة.

وعلى ذلك فإن عملية التصنيف تهدف إلى أن المتعلم قادر على:

١- تحديد الصفات المشتركة التى يتم على أساسها التصنيف.

٢- تحديد عدد المستويات بالإضافة إلى الصفة المشتركة التى يتم على أساسها التصنيف فى كل مستوى.

٣- التعرف على أكثر من خاصية مشتركة يمكن أن يتم على أساسها التصنيف.

٣- القياس Measuring:

إن القياس من أهم العمليات العلمية التى نحتاج إليها فى مجال العلوم، وفيها تستخدم أدوات القياس المختلفة لتقدير خاصية معينة لشىء أو حدث بطريقة كمية مثل قياس الأبعاد أو المساحات أو الحجوم أو الكتل أو درجات الحرارة أو السرعة.

ومهارة القياس لا تتطلب فقط القدرة على استعمال مجموع من أدوات القياس بمهارة بل إنها تتطلب أيضا القيام بالعمليات الحسابية المرتبطة بهذه القياسات، هذا بالإضافة إلى استخدام أنسب الأدوات (استعمال المتر مثلا أنسب لقياس طول حجرة من المسطرة ذات ٣٠ سم) وضرورة مراعاة الدقة فى القياس.

وهناك العديد من أدوات القياس المستخدمة فى مجال العلوم، وتتدرج هذه الأدوات من البسيطة مثل المسطرة إلى المعقدة مثل الآلات الحاسبة.

وتراعى ضرورة اختيار وحدات القياس المناسبة، فمثلا يستعمل غالبا لقياس سرعة السيارة الكيلو متر لكل ساعة (كم/ساعة) بدلا من السنتيمتر لكل ثانية (سم/ثانية).

ومن المهم فى عملية القياس أن يكون الدارس قادرا على معرفة أنسب الظروف لاستعمال القياسات الدقيقة والقياسات التقريبية، وتتضمن مهارة القياس القدرة على التقدير، فأنت عندما تذهب لشراء شيء ما من بقال تلاحظ أنه غالبا ما يضع على الميزان الوزن التقريبى لما تريد بزيادة أو نقص طفيف، وذلك لأن قدرته على تقدير الوزن مرتفعة؛ لذلك فإن علينا أن نعمل على تنمية مهارة تلاميذنا فى تقدير القياسات الأساسية من طول ومساحة وحجم وكتلة وزمن ودرجة حرارة.

وعلى ذلك فإن عملية القياس تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

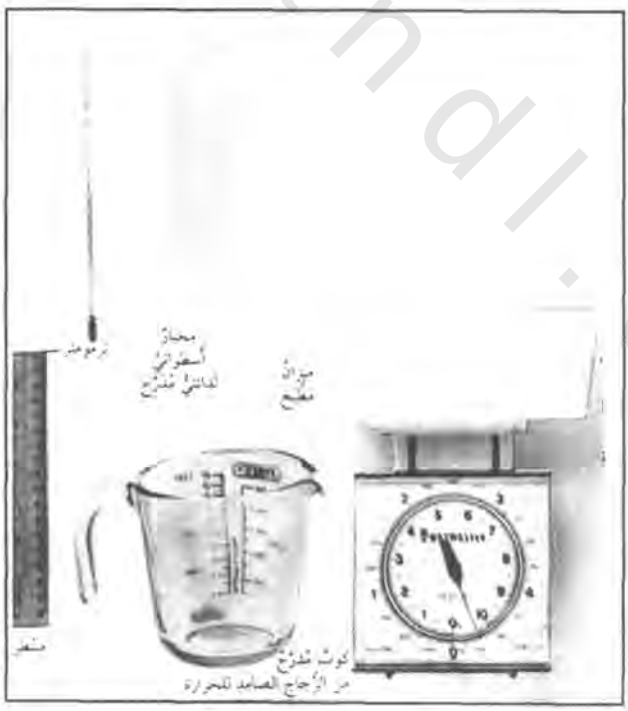
١- استعمال أدوات القياس البسيطة فى قياس الأبعاد والكتل والزمن.

٢- تطبيق العلاقات الرياضية لحساب الكميات المشتقة من عمليات قياس متعددة.

٣- اختيار الوحدات المناسبة للقياسات المختلفة.

٤- تقدير القياسات البسيطة مثل الطول والكتلة والزمن بدون استخدام أدوات قياس.

٥- مراعاة الدقة فى القياس فى حدود مدى الخطأ المسموح به (يقوم المعلم بتحديده).



٤- **الاتصال** Communicating:

إن عملية الاتصال ضرورية للعلوم ولمجالات المعرفة الأخرى، والاتصال الواضح والدقيق غير الغامض مرغوب فى جميع الأنشطة وأساس لجميع الأعمال العلمية، وبواسطة الاتصال يتم نقل الأفكار والمعلومات باستخدام وسائل متعددة مثل الكلمات المنطوقة، والكلمات المكتوبة، والرسوم البيانية والخرائط، والمعادلات الرياضية والجداول والرسوم التوضيحية وغير ذلك من وسائل الاتصال، ورغم أن هذه الوسائل تختلف كثيرا فإن الهدف واحد، وهو تبادل المعلومات والأفكار، ونحن ندرك أهمية هذه المهارة فى حياتنا اليومية التى عن طريقها يتم التفاهم بيننا وبين غيرنا، وعلى ذلك فالأطفال فى حاجة لها، وهم أيضا فى حاجة أن تكون لهم الحرية فى اختيار وسائل الاتصال المناسبة لهم، لذلك يجب على المعلم أن يعمل على تنمية مهارة الاتصال بينه وبين تلاميذه، وذلك باستخدام الطرق والوسائل المناسبة.

ففى بعض الأحيان يكون الوصف اللغوى الشفوى أو المكتوب لشىء ما هو وسيلة الاتصال المفضلة، وكلما كان الوصف دقيقا زادت فرصة الاتصال الجيد، وقد تستعمل الرسوم أو الأشكال التوضيحية أو الصور فى أحوال أخرى، فالأطفال يجدون فى الرسوم وسيلة أفضل من الكلمات المنطوقة أو المكتوبة للتعبير عن أفكارهم وإحساساتهم، وهذا ليس مقصورا على الأطفال بل إن بعض الكبار لا يستطيعون التقاط فكرة أو مشكلة إلا بعد أن يضعوا لها تصورا كاملا أمامهم.

والرسوم البيانية من أفضل وسائل الاتصال العلمية المستعملة، فالرسم البيانى يظهر العلاقة بين عاملين أو متغيرين، وهناك أنواع مختلفة من الرسوم البيانية منها ما يستعمل الأعمدة ومنها ما يستعمل المنحنيات.

وتعتبر الخرائط من أهم وسائل الاتصال المستخدمة، ويستعين الناس فى كثير من الأقطار فى تنقلاتهم بخرائط ليتعرفوا على الأماكن المختلفة، لذلك توجد خرائط للمدن المختلفة والطرق الموصلة بينها، ويستعمل مقياس رسم مناسب لكل خريطة، وعلينا كمعلمين للعلوم تشجيع تلاميذنا على استخدام الخرائط وتنمية قدرتهم على الحصول على البيانات والمعلومات المطلوبة، هذا بالإضافة إلى تنمية قدرتهم على رسم الخرائط للأماكن المختلفة مثل القرية أو الحى أو المدرسة أو المنزل وغير ذلك، وبصفة عامة فإن عملية الاتصال ليست منفصلة عن عمليات العلم الأخرى من ملاحظة وتصنيف

وقياس، حيث إن قدرة المتعلم على الاتصال تتوقف إلى حد كبير على قدرته على الملاحظة والتصنيف والقياس، وغيرها من عمليات العلم.

وعلى ذلك فإن عملية الاتصال تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- وصف الملاحظات والظروف التى تمت فيها لفظيا.

٢- عمل الرسوم والأشكال التوضيحية التى تعبر عن أفكاره وإحساساته.

٣- استخدام الخرائط، وذلك باستخراج البيانات والمعلومات اللازمة للتعرف على الأماكن والمسافات بينها.

٤- تصميم الخرائط وتحديد المواقع والمسافات بينها باستخدام مقياس رسم مناسب.

٥- عمل رسوم بيانية توضح العلاقة بين متغيرين باستعمال بيانات من قياسات معينة.

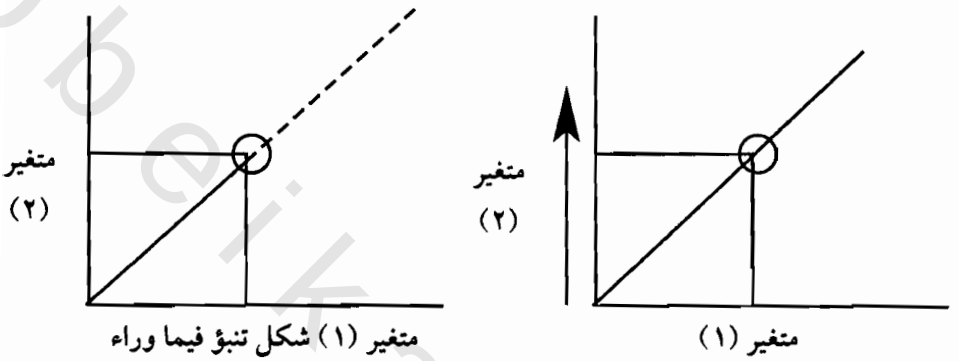
٦- تفسير العلاقات والاتجاهات التى تظهر من الرسوم البيانية لفظيا.

٥- التنبؤ Predicting:

إن التنبؤ مهارة مألوفة لنا فى حياتنا اليومية مثل التنبؤ بحالة الطقس والتنبؤ بفوز فريق معين لكرة القدم على فريق آخر وغير ذلك، والتنبؤ هو التوصل إلى معرفة ما سيحدث فى المستقبل بالاستعانة بالخبرة والمعلومات السابقة، وتعتمد عملية التنبؤ على صحة عمليات الملاحظة والقياس والاستنتاج المرتبطة بها، ولا يعتبر التنبؤ غير المعتمد على الملاحظة أكثر من تخمين: حيث إن التنبؤ الجيد ينشأ من الملاحظة الصحيحة ومن القياس السليم.

وعندما تقوم بعملية تنبؤ فإنك من الناحية العملية تعبر عن ثقتك فى العلاقات التى استنتجتها أنت وغيرك من الملاحظات السابقة، مثال ذلك: إذا فرضنا أن الشمس تشرق فى صباح يوم ما الساعة ٥,٣٥ يمكن التنبؤ بناء على ذلك أن الشمس ستشرق فى اليوم التالى حوالى الساعة ٥,٣٥ صباحا، ولو أنك عرفت الوقت الذى تشرق الشمس وتغرب فيه فى كل يوم طوال العام، فإنك تستطيع التنبؤ بدقة بالوقت الذى تشرق فيه الشمس وتغرب فى أى يوم من أيام السنة المقبلة، وأنت بذلك تبنى تنبؤاتك على الملاحظات والقياسات التى حصلت عليها مسبقا.

إن عملية التنبؤ تختلف كلية عن التخمين: فالتنبؤ يعتمد على بيانات، وهذه البيانات يمكن أن تقدم فى صورة رسوم بيانية مثل ما يحدث فى عملية الاتصال، ويمكن باستعمال هذه الرسوم البيانية الحصول على نوعين من التنبؤات: النوع الأول، تنبؤات من خلال مجموعة البيانات (أى من داخل المنحنى أو العلاقة البيانية) (Interpolation)، النوع الثانى: تنبؤات فيما وراء مجموعة البيانات (أى من خارج المنحنى أو العلاقة البيانية) (Extra Poluution).



شكل تنبؤ من خلال مجموعة بيانات

متغير (١) شكل تنبؤ فيما وراء مجموعة بيانات

وهناك فرق بين التنبؤ والاستنتاج، فالاستنتاج هو تفسير أو شرح لملاحظة، فأنت إذا لاحظت أن الشارع مبتل فإنك قد تستنتج أن مطرا قد سقط، أما التنبؤ فإنه يتم بعد حدوث سلسلة من الملاحظات والقياسات وتحديد العلاقات بينها، فأنت إذا لاحظت أن الجو كان فى عدة أيام سابقة ملبدا بالغيوم وأن هناك زيادة مطردة فى السحب كما أنك لاحظت من قياس درجة حرارة الجو انخفاضها، وبناء على ذلك فإنك تتنبأ بسقوط المطر، بصفة عامة فإنه كلما كثرت البيانات التى لديك من خبرات وملاحظات سابقة كلما ازدادت الثقة فيما تقوم بالتنبؤ بحدوثه مستقبلا، ويراعى اختبار التنبؤات وذلك للتعرف على مدى ثباتها ودرجة الثقة فيها، وقد يتبين بعد الاختبار أن ما تم التنبؤ به غير دقيق، وهذا يمثل تغذية راجعة لنا تجعلنا نعيد النظر فى الأساس الذى تمت عليها عملية التنبؤ.

إننا نقوم بعمليات تنبؤ كثيرة فى حياتنا دون أن ندرى، فأنت قبل خروجك إلى عملك فى الصباح فى الشتاء قد ترى أن ترتدى معطفا؛ لأنك من خبرتك السابقة تتنبأ

بأن الجو سيكون باردا وأنه قد تسقط بعض الأمطار، وهناك أمثلة كثيرة على ذلك، وحتى يكون ما نتنبأ به صحيحا غالبا لابد من توافر المعلومات والبيانات اللازمة التى نحصل عليها من ملاحظاتنا وقياساتنا، وكما يقول المثل: علينا أن نقرأ ما بين السطور وما بعد السطور.

وعلى ذلك فإن عملية التنبؤ تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- التنبؤ باستعمال بيانات كافية، يتم الحصول عليها من خلال ملاحظات وقياسات صادقة وسليمة.

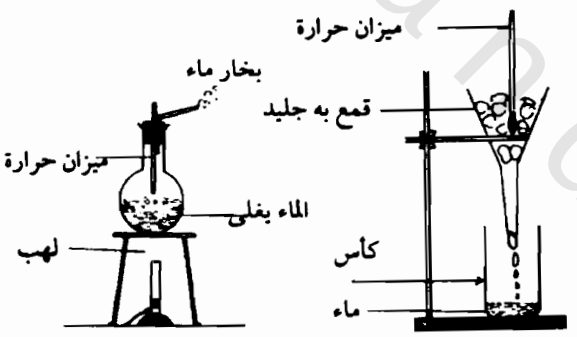
٢- التنبؤ باستخدام رسوم بيانية وذلك من خلال المنحنى البيانى أو من خلال امتداده.

٣- استخدام التفسير والاستنتاج أساسا للتنبؤ.

٤- تصميم اختبارات للتأكد من مدى ثابت ودرجة الثقة فى التنبؤات.

٥- التمييز بين التنبؤ والاستنتاج والتخمين.

٦- **الاستنتاج Inferring:**



الاستنتاج عملية عقلية يتم فيها تفسير وتوضيح ملاحظاتنا، وغالبا ما يكون ذلك اعتمادا على خبراتنا السابقة، وهناك فرق بين الملاحظة والاستنتاج، حيث إن الملاحظة خبرة نحصل عليها من خلال إحدى الحواس، بينما الاستنتاج هو تفسير لملاحظة معينة، وعملية الاستنتاج تستغرق جزءا من الثانية، وهى يتكرر حدوثها ضمن سلوكنا اليومى استعانة بما لدينا من خبرة سابقة، فمثلا إذا كنت تشاهد التليفزيون أو تسمع الراديو وفجأة انقطع الإرسال التليفزيونى أو الإذاعى فإنك فى أقل من الثانية تستنتج أن التيار الكهربى قد انقطع، وهذا الاستنتاج يتم بناء على خبراتك السابقة بانقطاع التيار الكهربى فى بعض الأوقات، وربما إذا كنت تعيش فى مكان لا ينقطع فى التيار الكهربى فإنك قد

تستنتج شيئا آخر مثل حدوث عطل فى جهاز التليفزيون أو الراديو، اعتمادا على خبراتك السابقة.

ومن المهم عمل أكثر من استنتاج لتفسير ملاحظة معينة أو مجموعة من الملاحظات حيث إنه كثيرا ما يحدث لبعضنا أن يصل إلى استنتاج لتوضيح ملاحظة معينة، ثم يجد فيما بعد أن هذا الاستنتاج لا تؤيده ملاحظات تالية، من ذلك يتضح أن الملاحظات الدقيقة لا تختلف من شخص إلى آخر بينما الاستنتاجات قد تختلف من شخص إلى آخر وهى معرضة للتغير عند ظهور دليل جديد.

وعلينا كمعلمين أن نزيد من قدرة تلاميذنا على استخلاص استنتاج أو أكثر: وذلك لتفسير ملاحظة أو مجموعة من الملاحظات، ومن الضرورى اختبار صحة الاستنتاج بالقيام بمزيد من الملاحظات التى قد تؤدى إلى تعديل الاستنتاج الأصلى إذا ظهر تعارضه مع الملاحظات الجديدة.

إن مهارة الملاحظة تساعد على زيادة وعينا بالعالم الذى نعيش فيه، ومهارة الاستنتاج تجعلنا أكثر حبا للاستطلاع وأكثر حرصا؛ إن الاستنتاجات دائما مؤقتة ومحدودة وتستحق إمعان النظر والتدقيق، وهى تميل إلى أن تكون شخصية ومتوقفة على الخبرات السابقة، وبصفة عامة فإن مهارة الاستنتاج حيوية للبحث العلمى وكان لها أثر كبير فى تطور العلوم على مر الزمن، فقد تم استنتاج خواص العصور الجيولوجية السابقة من الحفريات الجيولوجية المختلفة التى تم اكتشافها.

وعلى ذلك فإن عملية الاستنتاج تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- استخلاص استنتاج واحد أو أكثر من مجموعة من الملاحظات.

٢- تحديد الملاحظات التى تدعم الاستنتاج.

٣- اختبار الاستنتاج عن طريق المزيد من الملاحظات.

٤- القيام بتعديل أو قبول أو رفض الاستنتاج الذى نتوصل إليه بالاعتماد على المزيد من الملاحظات.

٥- التمييز بين الملاحظة والاستنتاج.

٧- استخدام علاقات المكان والزمن Using Space/Time Relationships:

إن هناك تقاربا كبيرا بين مهارة استخدام علاقات المكان والزمان ومهارة الملاحظة، والأعمال الرئيسية التى تتم فى الملاحظة تتضمن استعمال الحواس والقياس، ونحن فى

ملاحظاتنا للأشياء فإننا نلاحظها وهى موضوعة أو موجودة مع أشياء أخرى ضمن نظام معين، حيث إن عددا صغيرا من الأشياء يلاحظ وهو فى عزلة تامة، وتختلف رؤية الأشياء باختلاف موقع الشخص المشاهد لها، فمثلا إذا كان هناك أربعة أشخاص يشاهدون جبلا، واحد منهم فى طائرة عمودية، والثانى فى قاع الجبل، والثالث جهة الشرق من الجبل، والرابع جهة الغرب، فإن ملاحظات كل منهم تختلف عن الأخرى، ويمكن أن يحدث تغير فى الشىء أو فى علاقته بما يحيط به خلال فترة زمنية، لذلك فإننا نحتاج إلى تنمية مهارة استخدام علاقات المكان والزمان فى وصف البيئة الطبيعية، كما نحتاج إليها فى حياتنا اليومية للقيام بأنشطة مختلفة مثل قيادة السيارات، وتحديد أماكن انتظارها، ودهان المنزل، وتحضير المائدة، وقطع الحشائش، وتنظيف الحجرة وغير ذلك من أنشطة، وبذلك يتضح أن هذه المهارة ضرورية للتعلم المبكر للتلاميذ الصغار لمساعدتهم على التعرف على الأشكال والأماكن.

ويتضح مما سبق أن استخدام علاقة المكان والزمان هى العملية التى تنمى مهارات وصف العلاقات المكانية وتغيرها مع الزمن، وهى تتضمن دراسة الأشكال والتشابه، والحركة، والتغير فى السرعة.

ومهما كانت البداية التى تقدم فيها هذه العملية فى المدرسة فإنها تساعد على أن يكون التلميذ ملما بالأشكال ثنائية أو ثلاثية الأبعاد، ظلال الأشياء ثلاثية الأبعاد، تماثل الأشكال، ومقاطع الأشياء، ويكون فى النهاية قادرا على رسم الأشكال ثلاثية الأبعاد مثل المكعب والمنشور والهرم والأسطوانة.

إن مفاهيم الاتجاه والموقع فى الفراغ ترتبط بتقديم الأبعاد الثلاثية وإضافة عامل الزمن فى بعض الأحيان تؤدى إلى علاقة المكان والزمن الخاصة، والتى تعرف باسم السرعة (معدل تغير المكان) سواء أكانت سرعة خطية أم سرعة زاوية.

وعلى ذلك فإن عملية استخدام علاقات المكان والزمن تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- عمل رسومات لأشكال ثلاثية الأبعاد.

٢- التعرف على خط التماثل للأشكال ثنائية الأبعاد وسطح التماثل للأشكال ثلاثية الأبعاد.

٣- التعرف على الأشكال ثلاثية الأبعاد من خلال ظلالها.

٤- التعرف على الأشكال ثنائية الأبعاد التى يتم الحصول عليها من مقاطع الأشياء ثلاثية الأبعاد.

٥- تحديد السرعة الخطية بشيء متحرك.

٦- تحديد المتجهات التى تمثل الحركة النسبية.

٨- استخدام الأرقام Using Numbers:

هذه العملية تختلف عن العمليات السبع السابقة، حيث إن مهارة استخدام الأرقام تعتبر من مهارات الرياضة، ومع ذلك فإنها تعتبر من العمليات الأساسية للعلوم، حيث إنها تهدف إلى زيادة قدرة التلاميذ على استخدام الأرقام للتعبير عن فكرة أو ملاحظة أو علاقات، وذلك بالتعرف على الفئات والأعداد التى تتكون منها والقيام بعمليات الجمع والضرب والقسمة والترتيب، واستخدام الأرقام العشرية والأعداد الكبيرة، وتعيين المتوسطات ومعدلات التغير، وغير ذلك مما يزيد من فاعلية دروس العلوم.

وينبغى أن يكون معلم العلوم واعيا بالعلاقة الوثيقة بين الرياضة والعلوم والتكامل بينها، الأمر الذى يستوجب ضرورة العمل على تنمية مهارة استخدام الأرقام أثناء دروس العلوم المختلفة، ويلاحظ عدم الإسراف فى هذه العملية مع صغار الأطفال أو بطيئى التعلم، لأنهم قد يجدونها مثبطة للهمم أو باعثة على الملل، ولكنها تتيح الفرصة لتكامل العمل المدرسى.

ثانيا: عمليات العلم التكاملية:

١- مهارة فرض الفروض Formulating Hypotheses:

يمكن أن يعرف الفرض على أنه تصميم مبنى على مجموعة من الملاحظات أو الاستنتاجات، ويحتاج الفرض إلى اختباره وهذا الاختبار عبارة عن تعميم من مجموعة ملاحظات يتم عن طريق مزيد من الملاحظات الأخرى، ويعدل الفرض أو يرفض عند تجميع بيانات ومعلومات لا تؤيد هذا الفرض، بهدف محاولة تفسير الظواهر الخاضعة للبحث للوصول إلى مبدأ عام يفسر هذه الظواهر، فالفرض مهمته فتح الطريق أمام ملاحظات واستنتاجات جديدة.

ويستخدم فى صياغة الفروض منطق إذا كان ..... ، إذًا .... if.. than logic ، فمثلا إذا كانت المشكلة: ما السبب الأساسى فى اصفرار أوراق نبات الدخان؟ وكانت الملاحظة التمهيدية لها، الاصفرار ينتج من تحطم مادة الكلوروفيل التى يدخل فى تركيبها عنصر الماغنسيوم.

فالحل المحتمل هنا: نقص عنصر الماغنسيوم.

وبذلك تكون صياغة الفرض: إذا كان نقص عنصر الماغنسيوم هو السبب فى اصفرار الأوراق إذن يعود اللون الأخضر مرة أخرى بإضافة نسبة من عنصر الماغنسيوم إلى التربة.

ومن الواضح أن الشق الذى سبب «إذًا يحمل إما فكرة جديدة أو فكرة مألوفة ولكن فى موقف جديد، وهذا الشق هو «جسم الفرض» بينما يحمل الشق الذى يعقب «إذًا» توقع حدوث شىء يترتب على الفرض، وهذا الشق يمثل البيانات المطلوبة.

وقد يكتشف الإنسان مشكلة جديدة حينما يبحث فى مشكلة أخرى سواء أكانت متعلقة بالفرض أم لا، وعند ذلك يبدأ تيار جديد من الاستقصاء عن هذه المشكلة الجديدة ، والتى قد تؤدى إلى معلومات جديدة ومهمة، وعلى الرغم من أن هذه المعلومات ناتجة من التجربة، فإن الفرض هو الذى يقودها، ومهمته فتح الطريق أمام التجارب والملاحظات مما يؤدى إلى اكتشافات جديدة، حتى ولو كان الفرض الذى يبحث خاطئا، ولذلك تبدو أهمية الدور الكشفى للفرض بوضوح.

وهذه العملية تتضمن مجموعة من المهارات الجزئية مثل:

١- صياغة الفرض من مجموعة من الملاحظات والاستنتاجات.

٢- صياغة الفروض بطريقة يمكن اختبارها.

٣- اختيار الفرض الأكثر تفسيرا للحدث الموصوف من بين اختيارات عديدة.

٤- تمييز الملاحظات التى تدعم فرضا من الملاحظات التى لا تدعمه.

٥- التمييز بين الفرض والملاحظة والاستنتاج والتنبؤ.

٦- تعديل الفرض بناء على الملاحظات الجديدة التى ظهرت أثناء إجراء الاختبار.

٧- التمييز بين الفروض التى يمكن اختبارها وصفيا والتى يمكن اختبارها كميا.

٨- صياغة الاستنتاج الناتج من قبول فرض ما.

٩- انتقاء الفرض الأبسط اختبارا من بين عدة اختيارات متاحة.

وعلى ذلك فإن عملية فرض الفروض تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- صياغة فرض من مجموعة من الملاحظات والاستنتاجات.

٢- صياغة الفروض بطريقة يمكن اختبارها.

٣- وضع وإجراء اختبار للتعرف على صحة فرض معين.

٤- تمييز الملاحظات التى تدعم فرضا من الفروض من الملاحظات التى لا تدعمه.

٥- مراجعة وتعديل فرض معين بناء على الملاحظات التى تتم أثناء إجراء الاختبار.

٦- التمييز بين الفرض والاستنتاج، والملاحظة، والتنبؤ.

٢- مهارة عملية التفسير (تفسير البيانات) Interpreting Data:

ويقصد بالتفسير هنا قدرة التلميذ على توضيح المعنى المتضمن فى المادة المعطاة له.

وقد تكون هذه المادة المعطاة والتى يقوم التلميذ بتفسيرها رسما أو معادلة أو جدولا به بعض النتائج فى صورة بيانات، وقد تكون ظاهرة فيزيائية معينة تحتاج إلى تفسير، إذ يتطلب ذلك أبعد من مجرد ترجمة هذا المحتوى، بل يتطلب فهم العلاقات الموجودة بين أجزاء المحتوى وإدراكها ثم إعادة تنظيمها وربطها بخبرات الفرد السابقة لتوضيح ما تعنيه، ويتضمن التفسير أيضا القدرة على تلخيص الأفكار المتضمنة فى الموقف، والتعرف على الأفكار الرئيسية، والتمييز بينها وبين الأفكار الثانوية، أى تقييم العناصر الموجودة فى المحتوى. وبمعنى آخر يتم فى هذه العملية التوصل إلى تفسير مجموعة من البيانات، حيث يستخدم فيها التلاميذ البيانات لعمل عمليات اتصال وتنبؤ

واستنتاج وفرض الفروض، ويتم فيها وصف للجداول والرسوم البيانية والاستنتاجات المبنية عليها، وتكوين المعادلات، وعمل تعميمات تدعم بنتائج التجارب.

ويمكن تصنيف تفسير البيانات إلى نوعين:

١- **النوع الأول**: يختص بتفسير البيانات التى تؤدى إلى استنتاجات وتنبؤات وفروض.

٢- **النوع الثانى**: يختص بتنمية مهارات استعمال قياسات إحصائية مثل المتوسط والوسيط والمدى.

ومن المهارات الفرعية التى تتضمنها مهارة عملية التفسير:

١- استخدام البيانات لعمل عمليات اتصال وتنبؤ واستنتاج وفرض الفروض.

٢- وصف المعلومات المقدمة فى جدول أو رسم بيانى.

٣- الوصول إلى استنتاج أو أكثر، أو وضع فروض من المعلومات المقدمة فى جدول أو رسم بيانى.

٤- استعمال قياسات إحصائية مثل المتوسط والوسيط والمدى لوصف أنواع معينة من البيانات واستخلاص تنبؤات واستنتاجات من المعلومات.

٥- التمييز بين العلاقات الخطية وغير الخطية التى تحتويها بيانات فى جدول.

٦- إخضاع التفسير فى حدود الافتراض.

٧- استخدام نتائج دراسات أخرى فى تفسير البيانات أو النتائج التى لديه.

٨- فحص البيانات الموجودة لتحديد مدى اتفاقها مع كل من المشكلة والفرض.

٩- التعرف على التناقضات والاختلافات بين البيانات.

١٠- تفسير العلاقة بين السبب (المؤثر) والنتيجة.

١١- تجنب التعميمات التى تتجاوز النتائج.

- تجنب الحكم حتى تتوافر البيانات الكافية.

- إخضاع التفسيرات لحدود البرهان المتاح.

١٢- مقارنة النتائج وذلك بمقارنة المعلومات فى جداول أو رسم بيانى.

مما تقدم يتضح أن مهارة عملية التفسير تتطلب من المتعلمين أن يبحثوا فيما وراء ما يرونه أو يسمعونه مباشرة من البيانات، والقدرة على عمل الاستنتاجات وإيجاد العلاقات بين الحقائق والمفاهيم، واشتقاق المعنى من مصادر متعددة للمعلومات.

وعلى ذلك فإن عملية تفسير البيانات تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- وصف المعلومات المقدمة فى جدول أو رسم بيانى.

٢- الوصول إلى استنتاج أو أكثر أو وضع فروض من المعلومات المقدمة فى جدول أو رسم بيانى.

٣- وصف أنواع معينة من البيانات باستعمال المتوسط، والوسيط، والمدى، واستخلاص تنبؤات، واستنتاج، وفروض من هذه المعلومات.

٤- التمييز بين العلاقة الخطية والعلاقة غير الخطية.

٣- مهارة عملية ضبط المتغيرات Controlling Variables:

من المعروف أن التجربة عنصر أساسى من عناصر العلوم الفيزيائية.

فالتجريب أساس فى إرساء قواعد البناء المنطقى للعلم، وأصل الطريقة التجريبية يعتمد على فصل نظام فيزيائى أو كيميائى عما يحيط به من التأثيرات الخارجية، ثم يغير الباحث - حسب الإرادة - فى إحدى المشاهدات أو بعضها فى هذا النظام، ويقيس أى عملية تنتج من هذا الإجراء، ثم يبين ارتباط العمليات الناتجة بالمشاهدات التى عدلها الباحث أو التجربة.

ومن هنا ينشأ الانتباه إلى وجود علاقة فيزيائية أو كيميائية، أى أن المقصود بعملية أن ضبط المتغيرات القدرة على عزل المتغيرات (العوامل) التى يمكن أن تكون سببية (علية)، ثم تثبت كل العوامل الأخرى من أجل تحديد العمل السببى (العلى) لعامل واحد، وهذه العملية تؤدى إلى اكتشاف العلاقة بين السبب والنتيجة والتأثير، ولدراسة موقف أو حدث معين ينبغى أن يتعرف الباحث على المتغيرات المختلفة المؤثرة فيه، وتصنف هذه المتغيرات إلى أربعة أنواع وهى كالآتى:

١- متغير مستقل: وهو العامل الذى يغير أو يعدل بطريقة معينة فى موقف معين.

٢- متغير تابع: وهو المتغير الناشئ أو النتيجة الحادثة بسبب تأثير المتغير المستقل.

٣- متغير ثابت: وهو المتغير الذى يظل ثابتا دون تغير بسبب تأثير المتغير المستقل.

٤- متغيرات غير خاضعة للتحكم، وقد يكون هناك بعض العوامل يصعب على الباحث ضبطها والتحكم فيها فى حدود الأجهزة والإمكانات التى يستعملها، لذلك فإنه ينبغى فى التجارب العملية توفير الظروف والشروط المناسبة التى تؤدى إلى الإقلال من أثر هذه العوامل، وكلما أمكن تحديد العوامل الخاضعة لتجربة عملية وضبط هذه العوامل والتحكم فيها يمكن الحصول على نتائج أكثر دقة.

ومن المهارات الفرعية المتضمنة فى عملية ضبط المتغيرات المهارات التالية:

١- التعرف على المتغيرات المتصلة بالموقف التجريبى.

٢- التمييز بين المتغيرات التابعة والمتغيرات المستقلة.

٣- ضبط المتغيرات التى ليست جزءا من الفرض المختبر.

٤- التعرف على الملاحظات المتصلة بالتجربة.

٥- تثبيت جميع المتغيرات ما عدا متغير واحد هو المتغير المستقل.

٦- تحليل العوامل ذات الطبيعة التفاعلية (علاقات تأثير وتأثر).

٧- تصميم تجربة لتحديد تأثير متغير مستقل على متغير تابع.

وعلى ذلك فإن عملية التحكم فى المتغيرات تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- التعرف على المتغيرات التى قد تؤثر على موقف أو حدث أو تجربة.

٢- التعرف على المتغيرات المستقلة والتابعة والثابتة فى الموقف أو التجربة والتمييز بينها.

٣- التمييز بين شروط تثبيت عامل معين، وشروط عدم تثبيت أحد العوامل.

٤- عمل اختبار لتحديد تأثير متغير مستقل أو أكثر على متغير تابع.

٥- ضبط المتغيرات التى ليست جزءا من الفرض المختبر.

٤- مهارة التعريف الإجرائى Defining Operationally:

هى عملية وصف الأشياء أو الأحداث أو الظواهر، وذلك بوصف ما يلاحظ أو ما يؤدى من أفعال، وهو يعتمد على ملاحظات وأداء المتعلم وخبرته، والتعريفات الإجرائية ذات أهمية كبيرة فى الوصول إلى المصطلحات.

ومن المهارات الفرعية التى تتضمنها مهارة التعريف الإجرائى المهارات التالية:

١- وصف الجسم أو الحدث أو النظام بأوصاف يمكن أن تلاحظ أو تقاس أو تفعل.

٢- التميز بين التعريف الإجرائى والتعريف غير الإجرائى.

٣- أن تصوغ تعريفا إجرائيا يصف بدقة عملية أو مفهوما أو جسما أو خاصية لجسم.

٤- انتقاء التعريف الإجرائى من بين عدة تعريفات متاحة بحيث يكون كافيا لوصف شيء ما أو إجراء معين فى السياق الذى يستخدم فيه.

وعلى ذلك فإن عملية صياغة التعريف الإجرائى تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- التمييز بين التعاريف الإجرائية والتعاريف غير الإجرائية.

٢- التعرف على العوامل (المتغيرات) والمصطلحات التى توجد فى فرض أو استنتاج أو سؤال أو رسم بيانى أو جدول بيانات التى تحتاج إلى أن يعمل لها تعريف إجرائى.

٣- صياغة التعريف الإجرائى الذى يصف بدقة مفهوما أو عملية أو شيئا أو حدثا أو صفة معينة.

٥- مهارة التجريب Experimenting:

التجريب هو قمة عمليات العلم، ولقد قيل أن العلم لا يكون فى الحقيقة علما ما لم يكن مصحوبا بالتجريب، فعن طريق التجريب ينمو العلم ويتطور، فالتجارب تقود إلى اكتشاف الجديد من المفاهيم والمبادئ التى تحتاج إلى زيادة تأكيد، وبالتالى تولد تجارب جديدة، ومن هنا تظهر دينامية العلم حيث يتوازن الاهتمام بالمحتوى بكمه المتراكم من المادة العلمية، والطريقة التى تنمى هذا الكم أو تزيل ما يوجد به من أخطاء.

لذلك تعتبر التجربة أهم محاور عملية البحث العلمى، فهى الركيزة الرئيسية التى تعتمد عليها عملية إرجاع الظواهر لمسبباتها، وإن كانت تعتمد على عزل الظاهرة والتحكم فيها إلا أنها ترتبط بها ولا تنفصل عنها.

وفى ذلك يقول هيرد: إن التجربة وسيلة صناعية بها يجعل الباحث أحداثا تتكرر بطريقة تسهل ملاحظته لها، وهى ليست شيئا منفصلا عن الطبيعة ولكنها الوسيلة التى يبحث بها الإنسان فى الطبيعة، وعن طريق التجربة يمكن الحصول على البيانات التى تؤيد أو تدحض الفكرة الجديدة التى يحملها الفرض العلمى.

على حين تكون دراسة علاقات السبب والنتيجة جزءا مهما من عملية البحث العلمى، فإن العلماء يعتمدون - كلما أمكنهم ذلك - فى اختبار هذا النوع من العلاقات على التجارب المضبوطة، والتى تعتمد على تثبيت المتغيرات التى تؤثر على الظاهرة موضع البحث فى حين يسمح لعاملين فقط بالتغير، أحدهما: هو المتغير المستقل، ويتغير تبعا لنظام معين يتفق مع الفكرة التى تختبرها التجربة، وتقاس التغيرات التى تحدث تبعا لذلك فى العامل الآخر وهو المتغير التابع.

ومن المهارات الفرعية التى تتضمنها مهارة التجريب المهارات التالية:

١- تحديد العوامل المؤثرة فى تجربة ما.

٢- التعرف على العوامل المستقلة والتابعة.

٣- التعرف على الإجراءات الخاطئة فى التجربة.

٤- تصميم وإجراء اختبار صحة هذه الفروض.

٥- بناء النماذج والوسائل لإجراء تجربة معينة.

٦- كتابة تقرير عن التجربة التى أجريت يبين فيه ما إذا كانت البيانات التى تم جمعها تدعم صحة الفروض أم لا.

وعلى ذلك فإن عملية التجريب تهدف إلى أن يكون المتعلم قادرا على:

١- التعرف على العوامل (المتغيرات) المستقلة.

٢- صياغة التعاريف الإجرائية اللازمة.

٣- وضع الفرض الذى يراد اختباره أو التساؤل الذى يراد الإجابة عليه، وذلك بناء على البيانات المعطاة.

٤- بناء وإجراء اختبار للتعرف على صحة الفرض أو الإجابة على التساؤل.

٥- تفسير البيانات والنتائج التى يتم الحصول عليها.

٦- كتابة تقرير عن التجربة.

الأسس الرئيسية لمدخل عمليات العلم:

يتضمن السلوك البحثى للعلماء مجموعة معقدة من الأنشطة العقلية التى يمكن تحليلها إلى أنشطة سلوكية بسيطة، هذه الأنشطة العقلية (العمليات) لها صفة العمومية، أى يمكن تطبيقها فى كل فروع العلم، سواء كانت فى الفيزياء أو الكيمياء أو علم الحياة، على سبيل المثال التنبؤ هو عملية العلم والتى يمكن أن يستخدمها أى مشتغل فى أى فرع من فروع العلم، كما أن هذه الأنشطة العقلية يمكن أن يتعلمها التلاميذ على أن تقدم هذه العمليات البسيطة أولا ثم تتدرج فى التعقيد بالتدريج، أى يبدأ التلميذ فى تعلم عمليات الملاحظة وجمع البيانات والقياس إلى أن ينتهى بتعلم عملية التجريب، وبذلك يتم تعلم عمليات العلم عن طريق الممارسة الفعلية، أى أن المتعلم يجب أن تتاح له الفرصة لأن يشاهد ويقيس ويستنتج ويفرض الفروض ويجرى التجارب.

ومن ثم فإنه يمكن القول بأن عمليات العلم تتطلب عملا وممارسة أكثر مما تتطلب من القراءة والحفظ.

ويمكن تلخيص أهم الأمور التى يجب أن تراعى عند تدريس عمليات العلم فيما يلى:

١- يجب أن تحدد العمليات أو المهارات العلمية التى ستدرس، ولأى صف دراسى، ويفضل أن يحدد المعلم عددا قليلا من المهارات لتدرس من خلال أكثر من منهج دراسى مع تكرار استخدامها خلال العام الدراسى.

٢- يجب أن يتأكد المعلم من أن التلميذ قد اكتسب العمليات والمهارات البسيطة (الأساسية) قبل البدء فى تدريس العمليات المعقدة (التكاملية)، لأن ذلك يؤدى إلى النجاح فى تعلم المهارة الجديدة، وفى نفس الوقت يعطى حافزا للمزيد من التعلم.

٣- يتعلم التلميذ عمليات العلم من خلال قيامه بالعمل، أى الأداء للتدريبات ومن خلال مناقشته عنها، وتفكيره فى أداء العمليات، ويقتصر دور المعلم

على إتاحة الفرص للعديد من الأنشطة والتدريبات والمناقشات والاستجابات من جانب التلميذ.

٤- ينتقل أثر تعلم المهارة من محتوى دراسى إلى آخر، ولهذا يفضل أن تدرس عمليات العلم من خلال أكثر من منهج دراسى (مثل العلوم والرياضيات) على أن يراعى المعلم إتاحة الفرص للمتعلم لاستعمال هذه العمليات بعد تعلمها فى مواقف جديدة.

٥- عملية التعلم عملية بطيئة، وإذا كانت المهارات اليدوية مثل مهارة كرة القدم، ومهارة العزف على الآلات الموسيقية تحتاج إلى التدريب المستمر لساعات طويلة يوميا ولعدة سنين، فليس هناك سبب لعدم الاعتقاد بأن المهارات العقلية لا تحتاج لنفس الوقت لاكتسابها.

ولهذا فإن على المعلم أن يراعى عنصرى الوقت والتشجيع لاكتساب التلاميذ عمليات العلم.

وقد اقترح كاربلس Karplis ثلاث خطوات لتعلم عمليات العلم وهى:

١- تبدأ عملية التعلم بخطوة الاستكشاف وفيها يتعامل المتعلم مع الأشياء ويتفاعل معها ليحصل على إحساس بالظاهرة أو الحدث محل السؤال.

٢- والخطوة الثانية: تعتمد على توجيهات وإرشادات المعلم، وهذه التوجيهات تقود المتعلم إلى التوصل إلى تكوين مفهوم يعطى معنى للخبرات التى توصل إليها فى الخطوة الأولى.

٣- أما الخطوة الثالثة: فتحدث عندما يبدأ المتعلم فى استعمال المفاهيم والمهارات الجديدة التى تعلمها فى مواقف جديدة للتدريب والحصول على أكبر فائدة من التطبيق.

وهكذا وجد أن عملية تعلم عمليات العلم تعتمد على:

نشاط المتعلم - وتوجيه المعلم لعملية التعلم، وإتاحة الفرصة للمتعلم لاستخدام ما تعلمه من عمليات فى مواقف جديدة.

دور المعلم فى تدريب التلاميذ على مهارات عمليات العلم:

ويقول بتس أنه عند التخطيط لتدريب التلاميذ على مهارات عمليات العلم يجب أن يقوم المعلم بالآتى:

١- أن يحدد ما سوف يتعلمه التلاميذ.

٢- أن يقرأ بعناية حول الموضوع، ويحدد الأنشطة، ويصمم خطة موجزة لما سوف يفعله التلميذ فى كل نشاط.

٣- أن يحدد الأغراض الأساسية فى كل نشاط وإيجاد أكثر من نشاط واحد لكل فرض، ولكن من المستحسن اختيار نشاط واحد لكل غرض.

٤- أن يكون النشاط حيا أى له صلة بالحياة، ويحدد المواد والأدوات التى سوف يحتاجها فى كل نشاط والجهة التى حصل منها على هذه المواد والأدوات.

٥- تعتبر أهم خطوة هنا هى أن يقوم بنفسه بتأدية هذا النشاط قبل أن يدرب عليه التلاميذ.

تقويم اكتساب الطلاب لعمليات العلم:

يمكن تقويم اكتساب الطلاب لعمليات العلم بطريقتين:

الطريقة الأولى: بطاقة ملاحظة:

أى ملاحظة الطالبات فى المواقف المعملية، وهنا يجب تحليل العمل المطلوب من الطالبة لتقوم به، ويقصد بذلك تحليل المهارة المطلوب قياسها إلى خطوات أو عمليات أو أنماط سلوكية، ينبغى أن يقوم بها الطالب أثناء الأداء أو تنفيذ العمل، ثم يتم وضع هذا التحليل فى قوائم خاصة به (بطاقات ملاحظة) على أن تخصص لكل طالبة من الطالبات بطاقة ملاحظة خاصة بها، ثم يسجل المعلم تقدير كل أداء لكل طالبة فى كل من بنود البطاقة أثناء قيام الطالبة بتنفيذ العمل المطلوب منها وربما يكون التقدير (بنعم أو لا) أى تقوم بالعملية أو لا تقوم بها، أو تقديرات (جيدة، مقبولة، لا) أى تأخذ درجة معينة على إجراء هذه العملية، ومن هذه المهارات: مهارة التعرف على الأجهزة، ومهارة توصيل دائرة كهربية، ومهارة رسم دائرة كهربية أو رسم بيانى، ومهارة قياس وتسجيل النتائج.

ولكن يعاب على هذه الطريقة أنها مستهلكة للوقت، كما أن هناك صعوبة فى تقدير العمليات المقصود ملاحظتها، كما أنه ربما يغفل الملاحظ بعض المهارات، أو أن الطالبات أنفسهن يشعرن بارتباك لوقوعهن تحت الملاحظة.

الطريقة الثانية: الاختبارات المكتوبة:

ومعظم هذه الاختبارات من نوع الاختيار من متعدد، وتتكون كل مفردة من جزأين: الجزء الأول: المقدمة، والجزء الثانى: قائمة الاستجابات التى يختار منها الاستجابة الصحيحة.

وفى المقدمة: تتخيل الطالبة أنها فى موقف أو مشكلة أو سؤال يتضمن محتواه مهارة من المهارات، وتزود الطالبة بكل البيانات المطلوبة عن الموقف أو المشكلة بحيث تتسم هذه البيانات بالوضوح ولا تحتمل أكثر من تفسير واحد، وتكون فى مستوى الطالبات.

يعقب مقدمة كل سؤال أربع استجابات للموقف أو للمشكلة بحيث يكون هناك استجابة واحدة صحيحة وعلى الطالبات اختيارها من بين الاستجابات.

وتتميز هذه الطريقة بأنه يمكن تقويم عدد كبير من الطالبات فى زمن واحد، كما أنه ليس هناك أية صعوبة فى تقدير الدرجة حيث تأخذ الطالبة درجة واحدة على الاستجابة الصحيحة وصفرا على الاستجابة الخاطئة.

أهمية عمليات العلم:

يتبين مما سبق عرضه أن تعلم عمليات العلم يحقق ما يلى:

١- قيام التلميذ بدور إيجابى فى العملية التعليمية حيث إن عمليات العلم تعمل على تهيئة الظروف اللازمة لمساعدة التلميذ، للوصول إلى المعلومات بنفسه بدلا من أن تعطى له بمساعدة المعلم، الأمر الذى يجعل من التلميذ المحور الأساسى لعملية التعلم.

٢- تأكيد أن يكون التعلم عن طريق البحث والاستقصاء والاكتشاف.

٣- تنمية بعض الاتجاهات العلمية لدى التلاميذ مثل حب الاستطلاع والبحث عن مسببات الظواهر.

٤- تنمية التفكير الناقد والتفكير الخلاق لدى التلاميذ.

٥- تنمية قدرة التلميذ على التعلم الذاتى.

٦- كسب التلميذ مهارات عمليات العلم ينتقل أثره إلى مواقف تعليمية أخرى.

٧- كسب التلميذ اتجاهات إيجابية نحو البيئة والمحافظة عليها وصيانتها وتحسينها الأمر الذى يساعده على حل المشكلات التى تواجهه داخل أو خارج المدرسة.

وعلى ذلك فإنه من الضرورى العمل على تعلم عمليات العلم من خلال دروس العلوم فى المدرسة الابتدائية، حيث إنها تؤدى فى النهاية إلى تنمية قدرة التلاميذ على استخدام الأسلوب العلمى فى التفكير.

obeikandl.com

المدخل البيئى فى تدريس العلوم

Environmental Approach

يعد المدخل البيئى أحد الاتجاهات الحديثة فى التدريس الذى يؤكد على الإيجابية والتزاوج بين الدراسات البيئية والمعملية ويتخذ من البيئة معملا كبيرا، وقد يكتفى فى الدراسة البيئية بجمع معلومات عن المظاهر الطبيعية أو البشرية، وقد يتعدى ذلك إلى القيام بعمليات عقلية تقوم على الإدراك وإعطاء التفسيرات، وتحليل واستنتاج بعض الحقائق مما يسهم فى إمكانية وصول المتعلم إلى مرحلة التحقق العلمى والعملى والوصول إلى النقد والتصنيف والتذوق واقتراح بعض الحلول العلمية لبعض المشكلات البيئية.

أما شروط استخدامه فتتمثل فيما يلى:

أ - أن يكون الهدف من الدراسة البيئية أو المعملية واضحا فى ذهن كل من المعلم والطالب.

ب- عدم الفصل بين الدراسات البيئية والعملية فى مجال تدريس العلوم.

جـ- الإعداد المسبق للدراسة البيئية.

د - توفير المواد والأدوات وتكنولوجيا التعليم اللازمة لتدريس العلوم بهذا المدخل.

هـ- إتاحة الفرصة أمام الطالب لتسجيل ملاحظاته عقب كل درس.

و - عند تعذر التفاعل مع الخبرات المباشرة يمكن الاستعاضة عن ذلك بالخبرات غير المباشرة.

- مفهوم المدخل البيئى:

توجد تعريفات عديدة للمدخل البيئى، حيث يرى أحمد الحطاب أن المدخل البيئى فى تدريس مادة ما، يعنى الإحاطة بموضوع له علاقة بتلك المادة، مع الأخذ بعين الاعتبار تداخله مع البيئة بقصد خلق وعى بيئى لدى المتعلمين، غايته إدراكه أن البيئة تخدمهم وأنه من واجبهم ومسئوليتهم خدمتها.

ويرى صبرى الدمرداش إبراهيم أن المدخل البيئى: أسلوب لتدريس علم الأحياء بكافة أبعاده من منطلق معين، وهو البيئة الطبيعية (التى تعتبر المحيط الحيوى جزءا منها)، فهو يبدأ ويركز عليها، وينطلق من ذلك لدراسة سائر الجوانب البيولوجية.

بينما يرى صلاح قطب ورشدى فام أن المدخل البيئى: يعنى الأخذ بالتفكير وبالرؤية المنظومية للكون بأسره، حيث لا ينظر إلى مكوناته كوحدات مستقلة، أو على أنه مجرد مجموعة هذه المكونات، بل يأخذ بالوحدة بين هذه المكونات وبالعلاقات المتبادلة، والتأثير الدائم بين بعضها والبعض الآخر، والإنسان لا يعدو أن يكون واحدا من هذه المكونات، فهو جزء لا يتجزأ من هذه البيئة، مع الأخذ فى الاعتبار ما يتمتع به الإنسان، دون سائر الكائنات من القدرة على التحكم فى البيئة، والتنبؤ بظواهرها، وذلك من خلال اكتشافه القوانين التى تحكم هذه الظواهر، وإذا كان المدخل البيئى هكذا، فإنه يقوم على دعائم ثلاث تتمثل أساسا فى محور المشكلات البيئية، ومحور المفاهيم البيئية، ومحور التطبيقات البيئية، بقصد الارتقاء من مستوى التعرف على البيئة إلى التعامل معها، وصولا إلى تحديثها والارتقاء بها.

ويؤكد المدخل البيئى على ربط ما يدرسه الطالب داخل المدرسة بالبيئة التى يعيش فيها، وهنا يظهر إمكان تطبيق كثير من المواد النظرية فى الحياة العملية للطالب، بحيث يستخدم ما يدرسه داخل المدرسة وخارجها.

- أسس المدخل البيئى فى تدريس العلوم:

يقوم المدخل البيئى فى تدريس العلوم على أسس أربعة رئيسية، هى:

أ - البدء بدراسة المحيط الحيوى والانطلاق من ذلك لدراسة مكوناته المختلفة:
من الأسس المهمة التى يقوم عليها المدخل البيئى فى تدريس العلوم، البدء بدراسة

المحيط الحيوى، والانطلاق من ذلك لدراسة مكوناته المختلفة؛ بحيث يؤدى ذلك إلى تحقيق أهداف تدريس العلوم والتربية البيئية، إذ لا جدوى من تدريس العلوم، ما لم يؤد ضمن ما يؤدى إليه فى النهاية من تحقيق أهداف مرغوب فيها، حيث يؤدى إلى فهم التلاميذ لمحيطهم الحيوى والعلاقات القائمة بين مكوناته المختلفة والتفاعلات التى تحدث فى البيئة بين هذه المكونات، وتنمية قدراتهم نحو فهم هذه الظواهر وتفسيرها والتنبؤ بها وإدراكهم للمشكلات التى يتعرض لها فى حل محيطهم الحيوى، وكيفية المساهمة فى حل هذه المشكلات، كل ذلك من خلال دراسة المحيط الحيوى والانطلاق من ذلك لدراسة مكوناته المختلفة.

ب- التركيز على العلاقات البيئية واتخاذها محورا للدراسة، كلما أتيحت الفرصة لذلك.

ويعتبر هذا الأساس من أهم الأسس التى تميز المدخل البيئى عن غيره من المداخل الأخرى فى تدريس العلوم.

وفيما يلى فكرة موجزة عن:

١- أنواع العلاقات البيئية.

٢- تأكيد العلاقات البيئية واتخاذها محورا للدراسة.

١- أنواع العلاقات البيئية:

يمكن تمييز العلاقات البيئية إلى نوعين رئيسيين هما:

- علاقات بين الإنسان وبيئته.

- علاقات بين الكائنات الحية - الحيوانية والنباتية - بعضها ببعض وبيئتها الفيزيائية.

علاقة الإنسان ببيئته:

من الجوانب التى يعنى بها المدخل البيئى فى تدريس العلوم الاهتمام بدراسة علاقة الإنسان ببيئته، وذلك لأنه من بين الأهداف المرجو تحقيقها من تدريس العلوم بهذا المدخل مساعدة التلاميذ على تعرف علاقة الإنسان بالبيئة التى يعيش فيها والمشكلات التى قد تنجم عن ذلك.

ومن المعروف أن الإنسان يؤثر فيه بيئته كما يتأثر بها، والإنسان فى تفاعله مع بيئته كثيرا ما يقوم بأعمال من شأنها أن تحدث تغيرات ملموسة فيها، وقد يكون لهذه التغيرات آثار ضارة على هذه البيئة وعلى الإنسان نفسه وغيره من الكائنات الحية، ومن المشاهد الآن مثلا أن كثيرا من المناشط الصناعية والتكنولوجية والعلمية التى يقوم بها الإنسان تتم دون تخطيط مسبق، يراعى ظروف البيئة، ويأخذ فى الاعتبار ضرورة المحافظة على كائناتها ومصادرها الطبيعية الأخرى. وهذه المناشط مع مالها من مزايا من جوانب معينة كالجوانب الاقتصادية فإن لها آثارا جانبية على البيئة، وما بها من مصادر مهمة للإنسان نفسه، كالماء والهواء، والغذاء، حتى بات من الضرورى أن يعمل الإنسان على حماية بيئته من أخطاء نشاطه العلمى والتكنولوجى، لأن المضار فى النهاية هو الإنسان نفسه أو كائنات أخرى قد تكون بينها كائنات مهمة بالنسبة له، وكما سبقت الإشارة فإنه فى علاقة الإنسان ببيئته كثيرا ما تنشأ مشكلات ذات أخطار على الإنسان نفسه وغيره من الكائنات الحية، ويكاد أن يتفق الباحثون على أن أخطار المشكلات الناجمة عن تأثير الإنسان فى بيئته هى التلوث، واستنزاف المصادر الطبيعية، والانفجار السكانى.

العلاقة بين الكائنات الحية:

العلاقات بين الكائنات الحية الحيوانية والنباتية نوعان، علاقات بين الكائنات الحية وبيئتها الحيوية وبين الكائنات ذاتها وبيئتها الفيزيائية.

ويقصد بالبيئة الحيوية: الكائنات الحية الأخرى - من حيوانات ونباتات وإنسان - التى تشارك الكائنات موضع الدراسة المعيشة فى البيئة ذاتها، وتؤثر فى هذه الكائنات وتتأثر بها.

ويقصد بالبيئة الفيزيائية العوامل والمؤثرات غير الحية التى تؤثر فى الكائنات الحية.

ولا يمكن الفصل بين هذين النوعين من العلاقات فى البيئة الطبيعية لتداخلهما وتشابكهما.

أهمية تأكيد العلاقات البيئية واتخاذها محورا للدراسة:

وترجع أهمية تأكيد العلاقات البيئية واتخاذها محورا للدراسة كلما أتيحت الفرصة لذلك للأسباب التالية:

- مساعدة التلاميذ على تعرف كيفية المحافظة على البيئة ومكوناتها الحية وغير الحية.

- مساعدة التلاميذ على اتقاء الأضرار التى يمكن أن تترتب على الإخلال بالتوازن البيئى الطبيعى.

- المساهمة فى تعديل سلوك التلاميذ إزاء البيئة ومكوناتها الحية وغير الحية.

جـ- الوحدة فى دراسة مكونات البيئة:

من الأسس المهمة التى يقوم عليها المدخل البيئى هو تحقيق الوحدة فى دراسة مكونات البيئة، أى عدم الفصل بين دراسة المكونات الحية (الحيوانات - النباتات - الإنسان) وغير الحية (هواء - ماء - تربة - طاقة)، حيث يجب أن تتكون لدى المتعلم صورة كلية متكاملة عن العلاقة بين هذه المكونات والتفاعلات القائمة بينها، وأين هو من هذه المكونات، وكيف يؤثر فيها ويتأثر بها، بحيث تتكون لديه صورة كلية متكاملة عن البيئة تمكنه من المحافظة عليها، والمساهمة فى إيجاد حلول شاملة متكاملة للمشكلات التى تواجهها.

د - التكامل بين الدراسات الحقلية والمعملية:

إن دراسة العلوم باستخدام المدخل البيئى تتم من خلال دراسة تجرى فى الحقل وأخرى فى معمل المدرسة.

ويقصد بالدراسات الحقلية تلك الدراسات التى تجرى فى البيئة الطبيعية ممثلة فى الحقل والترع والمصارف والبرك والبحيرات.

ويقصد بالدراسات المعملية ذلك النوع من الدراسة الذى يقوم به التلاميذ فى المعمل داخل المدرسة.

ويرى بعض المشتغلين بتدريس العلوم أن الدراسة الحقلية تفضل - فى بعض الأحيان - عن الدراسة المعملية، وفى ذلك يقول فتحى الديب وإبراهيم بسيونى عميرة، حقيقة إن المعمل يتيح الفرصة للتلاميذ لكسب كثير من المهارات والخبرات الحسية المباشرة، ولكن هناك بعض الحالات التى لا يستطيع المعمل أن يزود التلاميذ فيها بالأحاسيس الحقيقية للأشياء، فدراسة نبات الفول المقطوع من التربة يختلف عن دراسة هذا النبات وهو مزروع فى الحقل، إذ إن القطع أو الحفظ يفقد الكائنات الحية كثيرا من

صفاتها، وبالتالى لا تكون فكرة المتعلم عنها صحيحة، بقدر ما تكون هذه الخبرة عندما يراها المتعلم فى حالتها الطبيعية.

ويرى المتخصصون فى تدريس العلوم أنه يجب الاهتمام بكل من الدراسات الحقلية والمعملية عند تدريس العلوم باستخدام المدخل البيئى؛ لأن كلا منهما يكمل الآخر ويشكل فائدة للتلميذ / الطالب.

أهمية المدخل البيئى فى تدريس العلوم:

تؤكد الدراسات والبحوث أن المدخل البيئى يعد من أنسب المداخل العلمية لتدريس العلوم وبخاصة فى المراحل الأولى من التعليم، وذلك لارتباطه الوثيق بحياة المتعلمين، كما أنه يؤكد على أن يتعرف التلميذ على البيئة التى يعيش فيها، ويظهر إمكان تطبيق المواد النظرية فى الحياة العملية من خلال ممارساته ونشاطاته.

ويعتبر المدخل البيئى من أحدث المداخل، حيث يتحقق التكامل فى مناهج العلوم بدرجة عالية، وفيه تتركز الدراسة حول محور بيئى أو أكثر لدى طبيعة بيئية.

وترجع أهمية المدخل البيئى فى تدريس العلوم لعدة اعتبارت أهمها:

أ - إننا دولة نامية، تسعى لاستغلال ثرواتها، وتحسين أساليب الاستثمار، وتجنب ما ينشأ عن ذلك من مشكلات متعددة، كل ذلك عن طريق استخدام العلوم والتكنولوجيا السائدة، والمدخل البيئى هو أكثر المداخل ملاءمة لهذه الأوضاع.

ب- يهتم هذا المدخل أكثر بالجانب الوظيفى والتطبيقى، وهو الجانب الحيوى، من حياة المتعلمين، أى علاقته بمجتمعه وبيئته، وبذلك يساعد على إعداد الأفراد القادرين على تحسين تفاعلهم مع بيئتهم وعلى تطويرها.

جـ- يقدم صورة واضحة ومتكاملة عن البيئة الطبيعية.

د - يساهم فى نمو التلاميذ بدنيا وذهنيا واجتماعيا.

هـ- يحقق المدخل البيئى الأهداف المرجوة من تدريس العلوم.

و - إن ارتباط ما يدرسه المتعلم ببيئته يوفر عنصر التشويق، ويعتمد على الميل والارتباط الطبيعى بمجال الدراسة، وبذلك يقدم الحافز للدراسة المعمقة وينمى الرغبة.

ز - إن التفاعل بين ما يدرسه التلميذ، وما يشاهده فى بيئته، ويطبقه خلال نشاطاته الذاتية يؤدى إلى نوع من التغذية الراجعة تتسم بالتنوع والثراء، وتؤدى إلى توسيع قاعدة بناء المفاهيم، فتساعد بذلك على الوصول إلى مستويات التعميم والتجريد بسهولة.

ح- يساهم المدخل البيئى فى تدريس العلوم فى تحقيق ما يسمى بالتربية البيئية.

أساليب لتضمين المدخل البيئى فى مناهج العلوم:

١ - أسلوب الدمج:

يتم فيه ربط المناهج الدراسية بمجالات البيئة، وذلك عن طريق إدخال بعض المعلومات البيئية التى لها صلة بالموضوع الذى تتم دراسته.

٢- أسلوب التكامل.

يتم فيه إعداد برامج دراسية متكاملة تتكامل فيها المفاهيم البيئية مع مفاهيم المناهج الدراسية الأخرى.

٣- أسلوب الوحدات الدراسية المستقلة:

يتم فيه إضافة وحدة دراسية تعالج إحدى القضايا أو المشكلات البيئية إلى بعض المناهج الدراسية.

٤ - المدخل المستقل:

ويتم فيه تقديم التربية البيئية كمنهج مستقل قائم بذاته، تتكامل فيه فروع المعرفة المختلفة.

ويرى (محمَّد صابر سليم، ١٩٩٠) أن أسلوب التكامل من أنسب الأساليب لتقديم التربية البيئية للطلاب، حيث يتيح هذا الأسلوب الفرصة لتقديم مفاهيم وقضايا التربية البيئية بطريقة غير مباشرة لا تأخذ طابع النصح والإرشاد، كما أنه يتيح الفرصة لمعالجة الخلفية العلمية لأية قضية بيئية بتعمق أكثر من خلال المنهج الدراسى الذى يتعرض له.

ونظرا لأهمية المدخل البيئى فقد عقدت بعض المؤتمرات منها:

١- مؤتمر استكهولم للبيئة البشرية عام ١٩٧٢.

٢- مؤتمر بلجراد عام ١٩٧٥.

٣- مؤتمر تبليسى عام ١٩٧٧.

٤- مؤتمر موسكو عام ١٩٨٧.

٥- مؤتمر ريو دى جانيرو عام ١٩٩٢ (قمة الأرض).

وقد أكدت هذه المؤتمرات على ضرورة اكتساب المعارف والاتجاهات والقيم والمهارات اللازمة للحفاظ على البيئة.

obeikandl.com

مثال: درس باستخدام المدخل البيئى

عناصر الدرس:

الصف الدراسى: الخامس الابتدائى

المـــادة الدراسية: علوم

المكـــــــــان: الفصل الدراسى أو المعمل

موضـوع الدرس: سلاسل الغذاء

المفهوم البيئى:

- تخلص النظام البيئى من فضلاته.
- التوازن البيئى.

خلفية الدرس:

سبق لتلاميذك أن تعرفوا على المواد الغذائية، استنتج معهم أن منها ما يساعد على النمو ومنها ما يساعد على النشاط والحركة، وفى هذا الدرس سنناقش معا العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية.

الأهداف:

يرجى بعد الانتهاء من هذا الدرس أن يكون التلميذ قادرا على أن:

أهداف معرفية:

١- يحدد المقصود بالمنتج.

٢- يستنتج أهمية النبات كمنتج.

٣- يحدد معنى الكائن المستهلك.

٤- يقارن بين التغذية فى النبات والحيوان.

٥- يفسِّر معنى عملية التحلل البيولوجى.

٦- يحدد المقصود بالكائنات المحللة.

٧- يفسِّر دور الكائنات المحللة فى تنظيف البيئة.

٨- يستنتج ماذا يحدث إذا زادت الكائنات المستهلكة عن المنتج فى بيئة معينة.

٩- يستنتج مفهوم التوازن البيئى.

أهداف مهارية:

١- يرتب بعض السلاسل الغذائية.

٢- يكتب تقريرا عن أهمية التوازن البيئى.

٣- يجرى بعض التجارب التى توضح عملية التحلل.

٤- يفحص فطر عفن الخبز ليلاحظ الكائنات المحللة.

المحتوى:

- يحدد المقصود بكل من: الكائنات المنتجة، والكائنات المستهلكة، والكائنات المحللة.
- أهمية النبات كمنتج.
- بعض السلاسل الغذائية المختلفة.
- دور الكائنات الحية المحللة فى تنظيف البيئة.
- مفهوم التوازن البيئى.
- العلاقات التى تربط الكائنات الحية وعلاقة ذلك بالتوازن البيئى.

المواد والوسائل التعليمية اللازمة:

السبورة - الكتاب المدرسى - صور لبعض النباتات والحيوانات لتكوين سلاسل غذائية - ورق كرتون - دبابيس (أو لصق) - شفافيات توضح سلاسل الغذاء - شرائح بروجيكتور - عدسات - شرائح زجاجية - أفلام تعليمية عن السلاسل الغذائية - أكياس نايلون - قطعة من الخبز.

obeikandl.com

خطوات عرض الدرس:

تهيئة التلاميذ:

اعرض سؤالا لإثارة انتباه التلاميذ وهو على النحو التالى:

س: ماذا يحدث لو قام الإنسان بالقضاء على معظم النباتات والغابات الموجودة فى البيئة؟

حتى تتوصل مع تلاميذك من خلال مناقشتهم إلى أهمية النباتات كنمتج مهم فى البيئة.

خطوات السير فى الدرس:

اسأل تلاميذك عن أنواع المواد الغذائية التى يتغذون عليها خلال حياتهم اليومية وقم بتسجيلها فى جدول كالآتي:

الغذاء	مصدره	المصدر الأساسى
الخبز	القمح	النبات
البيض	دجاج	يتغذى على حبوب (نبات)
اللحم	بقر	يتغذى على البرسيم (نبات)

obeikandl.com

- استنتج مع تلاميذك أن المصدر الأساسى لجميع المواد الغذائية التى يتناولونها هو النبات. ومن خلال مناقشتك لتلاميذك وضح لهم أن النبات يقوم بتصنيع غذائه بنفسه، وأن الكائنات الحية الأخرى تعتمد عليه فى غذائها، وذلك من خلال قيام النبات بعملية البناء الضوئى حيث تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.

- سل تلاميذك عن بعض الكائنات الحية ومصدر غذائها، وسجل ذلك فى جدول كالآتى:

الحيوان	مصدر غذائه	المصدر الأساسى
الأرنب	البرسيم والجزر	النبات
الغزال	الحشائش	النبات
البقرة	البرسيم	النبات
البومة	الفئران	النبات
الفأر	الحبوب	النبات
العصفورة	الحبوب	النبات
الشاة	البرسيم	النبات
الثعبان	العصافير والفئران	يتغذى على النبات
الثعلب	العصفور	يتغذى على النبات
الذئب	الشاة	يتغذى على النبات
الأسد	الغزال	يتغذى على النبات
النمر	الغزال	يتغذى على النبات

منتج

منتج

obeikandl.com

- يستنتج التلاميذ من الجدول السابق أن بعض الكائنات تتغذى على الأعشاب والبعض الآخر يتغذى على الكائنات التى تتغذى على الأعشاب.

- قسم تلاميذ فصلك إلى عدة مجموعات، وقم بتوزيع صور لبعض الكائنات الحية لكل مجموعتين لتكوين سلاسل غذائية، مع ملاحظة عمل السلاسل الغذائية يكون فيها الإنسان مستهلكا أول أو ثانيا أو ثالثا.

- سل تلاميذك عمن يقوم بجمع القمامة فى الغابة أو فى البيئات الطبيعية ويخلصها من الحيوانات والبقايا الميتة التى تسبب التلوث، ومن خلال مناقشتك لتلاميذك استنتج أنه يوجد كائنات منظفة تتغذى على الجثث الميتة تسمى كائنات محللة.

- اطلب من تلاميذك (مسبقا قبل الدرس بثلاثة أيام على الأقل) تحضير قطعة من الخبز المبلل داخل الكيس النايلون وتركها، ثم اطلب من تلاميذك إحضار الكيس فى اليوم المحدد للدرس «سلاسل الغذاء» واطلب منهم ملاحظة العفن ثم اجعل تلميذا يأخذ عينة من الكيس ويقوم بفحصها تحت عدسة مكبرة. استنتج مع تلاميذك عن طريق المناقشة أن عفن الخبز أحد الكائنات المحللة، ولو نما العفن على الخبز لمدة طويلة فإنه يتحلل إلى مواد بسيطة.

- وضح لتلاميذك أن الكائنات المحللة تقوم بتحليل بقايا الكائنات الحية كما تحلل الكائنات الميتة وتحللها إلى مواد بسيطة يستفيد منها النبات مرة أخرى (فى صورة أملاح معدنية بالتربة مثلا).

- اطرح على تلاميذك الأسئلة الآتية:

* ماذا يحدث لو لم توجد كل من الكائنات التالية على سطح الأرض: النباتات - الحيوانات - الكائنات المحللة؟

- استنتج مع تلاميذك من خلال مناقشتهم للأسئلة السابقة مفهوم التوازن البيئى ثم قم بتوضيح ذلك من خلال القصة التالية:

وضع بعض العلماء فى جزيرة ما بعضا من الأرانب لتربيتها وكانت البيئة مناسبة لها، فتكاثرت أعدادها بدرجة كبيرة جدا؛ وذلك لعدم وجود أعداء طبيعية لها (مثل الثعلب والذئب) مما أدى إلى زيادة استهلاكها لجميع النباتات الخضراء الموجودة فى

الجزيرة، مما أدى إلى عدم توافر الغذاء اللازم لها ولجميع الكائنات الحية فى الجزيرة فهلكت الأرانب وهلك معها بقية الكائنات الأخرى مما دمر الحياة على سطح الجزيرة واختل التوازن البيئى الذى أوجده الله سبحانه وتعالى فى البيئة لهذه الجزيرة حيث كل شىء له مقدار كما قال الله سبحانه وتعالى فى محكم آياته: ﴿ **إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ** ﴿٤٩﴾ ﴾ صدق الله العظيم.

التقويم:

أكمل ما يأتى:

١- من الكائنات المستهلكة ..... ، .....

٢- النبات كائن .....

٣- من أمثلة الكائنات المحللة ..... ، .....

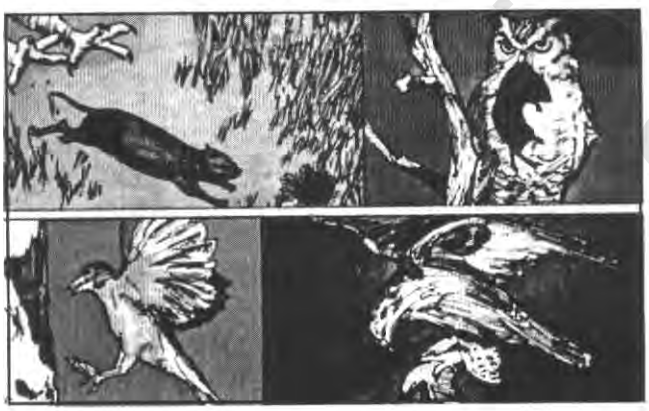
٤- كون سلسلة غذائيةمن الكائنات التالية:

(أ) صقر - عصفور - قمح - ثعبان.

(ب) طحلب - سمكة كبيرة - دودة - سمكة صغيرة - إنسان.

(جـ) بكتريا - برسيم - إنسان - بقرة.

(د) إنسان - سمكة صغيرة - أوزة - دودة - طحلب.



المدخل التاريخى فى تدريس العلوم

قد يكون من المفيد أن يستعرض المعلم الخلفية التاريخية لحالات علمية توضح تطور الفكر الإنسانى حول هذه الحالة، فيظهر بذلك أحد مظاهر طبيعة العلم والذى يتمثل بتراكمية المعرفة واشتراك بنى البشر جميعا فى المساهمة بنموها ويظهر كذلك التفاعل المتبادل بين العلم والمجتمع، ويسمى تدريس العلوم حينما يتم بهذا الشكل بتدريس العلوم باستخدام المنحى التاريخى.

مفهوم المدخل التاريخى:

يقصد بالمدخل التاريخى أنه نشاط تعليمى يستخدمه معلم العلوم من خلال دراسة التطور التاريخى لموضوعات أو مجالات علمية معينة والتى تساعد فى تحسين فهمنا لمعنى العلم بصورته ومعرفة أهم خصائصه وطبيعته، وإن من شأن هذا الأسلوب تحقيق الكثير من أهداف تدريس العلوم، مثل فهم المعرفة العلمية وفهم طبيعة العلم وتطوير الاتجاهات العلمية وتقدير جهود العلماء والمنجزات العلمية.

روادها:

كان جيمس كونانت Conant من جامعة هارفارد أشهر من دعا إلى هذا التوجه وتحمس له عام (١٩٧٠) فى كتابه بعنوان On Understanding Science، وقد ترجمه الدكتور أحمد زكى رئيس تحرير مجلة العربى بعنوان «مواقف حاكمة فى تاريخ العلم»، وتحمس له كذلك ليوبولد كلويفر حيث قام بكتابة وحدات فى تاريخا لعلم لبعض الحالات History and Science Cases «تاريخ وقائع أو حالات علمية» لطلبة المرحلة الثانوية، ولدى تجريب هذه الوحدات وجد أنها:

أ - ساعدتهم فى إدراك طبيعة العلم.

ب- مكنتهم من الوقوف على سمات العلماء.

جـ- ساعدتهم فى فهمهم للتفاعل المتبادل بين العلم والمجتمع.

كما أن جامعة هارفارد أصدرت كتاب فيزياء للمرحلة الثانوية بعنوان Project Physics يسير وفق المنحى التاريخى.

ولهذا يقول ميشيل كامل أن المدخل التاريخى يساعدنا فى تدريس العلوم على فهم الوسائل التى تسهل تحقيق الهدفين التاليين من الأهداف العامة لتدريس العلوم.

١- التعرف على مناهج العلماء العرب والمسلمين ومنجزاتهم فى ميدان العلوم.

٢- تذوق العلم وتقدير جهود العلماء.

خطوات المنحى التاريخى:

يتم التدريس وفق هذا المنحى بالخطوات الآتية:

١- اختيار الموضوع أو النظرية أو القضية المراد تدريسها بأسلوب تاريخ الحالة التاريخى (لا يناسب المنحى التاريخى جميع الحالات) وفى العادة يتكفل الكتاب المدرسى بذلك، إلا أن المعلم قد يخرج عن هذا الكتاب ويستعين ببعض المراجع الخارجية مثل كتاب «مواقف حاسمة فى تاريخ العلم» و «قصة الميكروب» وغيرها مما هو متوافر لديه.

٢- إعطاء خلفية عن الملابسات التى جعلت الموضوع أو النظرية أو القضية المختارة محل اهتمام الفكر الإنسانى.

٣- عرض المراحل المختلفة الواحدة تلو الأخرى التى تناول بها الفكر الإنسانى الموضوع أو النظرية أو القضية المعينة مع الإشارة بصفة خاصة إلى العوامل العلمية أو الإنسانية أو الاجتماعية أو السياسية التى أثرت فى فكر الإنسان إزاءها فى كل مرحلة من تلك المراحل بما يساعد الطلبة على إدراك الطبيعة الحقيقية للعلم ووقوفهم على السمات التى يتحلى بها العلماء وفهمهم لمدى تأثير تلك العوامل على ظهور اكتشاف معين أو اختفاء آخر أو اقتران اكتشاف معين بعالم معين وعدم اقترانه بآخر.

٤- اختتام الموضوع أو النظرية أو القضية المعالجة بنزع تاريخ الحالة بالتأكيد على الوضع الراهن لها وإبراز أحدث ما توصل إليه الفكر الإنسانى بخصوصها.

وتبين أدبيات هذه الطريقة أنه يمكن استخدام المدخل التاريخى من خلال الأسلوبين الآتيين:

أ - القصص العلمية.

ب- دراسة حالات معينة علمية فى تاريخ العلم.

أولا: أسلوب القصص العلمية:

وهذا الأسلوب يتناول فيه معلم العلوم تدريس بعض أشكال المعرفة العلمية كالحقائق والمفاهيم العلمية بطريقة القصة، حيث يستند إلى توليد التخيلات العلمية المعقولة والمنطقية عند الطلبة، وهو أسلوب مناسب محبب للطلبة فى كافة أعمارهم ومستوياتهم التعليمية فيولد لديهم التشويق والإثارة للتعلم.

ويهدف تدريس العلوم باستخدام الأسلوب القصصى إلى تنمية الفهم الوظيفى للمعلومات، وتنمية التفكير العلمى ومهاراته، وأيضا تطوير الميول والاتجاهات العلمية عند الطلبة، وينبغى لدى استخدام هذا الأسلوب بناء القصة العلمية بصورة أحداث مترابطة متسلسلة وسردها بلغة عربية سليمة ما أمكن، ويحذر من الإغراق فى الخيال والابتعاد عن الواقع لأثر ذلك على التفكير عند الطلبة، وفى نهاية القصة ينبغى أن يطرح معلم العلوم أسئلة ذكية تعتبر خلاصة لها وتساعد على بناء الاستدلالات والاستنتاجات العلمية التى تضمنتها القصة.

ثانيا: دراسة حالات معينة من تاريخ العلم:

١- تنظم دراسة الحالة حول حالة عادة تتناول دراسة مشكلة معينة ظهرت فى التاريخ العلمى مثل مشكلة أصل الحياة.

٢- وقد ترتبط بملاحظة أو مشاهدة علمية لأحد العلماء للطبيعة وظواهرها وأحداثها مثل دراسة نيوتن للجاذبية من خلال تحليل ظاهرة سقوط ثمرة التفاح.

٣- أو قد تنظم حول دراسة موضوع معين مثل دراسة تغير الضغط الجوى باختلاف الموقع على سطح الأرض والتى قام بها العالم تورشللى وتوصل منها إلى المبدأ العلمى التالى: «إذا ارتفعنا عن سطح الأرض فإن الضغط الجوى يقل».

ويبرز هذا الأسلوب الموقف أو حالة العلم وصورته المتعلقة بالحالة ثم يتسلسل بالأحداث والاكتشافات العلمية التى تؤكد الحالة أو الحالات المعينة فى تاريخ العلم، كما أن من شأن هذا المدخل أن يوضح كيفية نشأة الحقائق والمفاهيم والنظريات العلمية، ويتناول طرق التفكير العلمى التى استخدمها العلماء وساعدت على التوصل إلى هذه الحقائق والمفاهيم والنظريات.

كيف يخطط معلم العلوم لاستخدام المدخل التاريخى؟

يتطلب استخدام معلم العلوم لهذا المدخل أن يحدد الموضوع أو المشكلة أو الحالة العلمية المعينة ثم يسير وفق الخطوات الآتية:

١- تبدأ عادة دراسة الحالة باختيار حادثة معينة أو موضوع معين فى العلم شريطة أنه يمكن عرضه كتاريخ حالة، بمعنى أن يكون لأحداثه امتداد ينبغى أن يشترك فيها مجموعة من العلماء أسهموا فى دراستها والتوصل إلى النتائج العلمية بها عبر التاريخ.

٢- يعرض معلم العلوم حالة المعرفة المرافقة للحالة أو الحدث أو الموضوع قيد الدراسة حسب التسلسل التاريخى له.

٣- يعرض معلم العلوم الأحداث والظروف التى أدت إلى ظهور فرضية معينة أو اكتشاف معين، ويبرز الدلالات والمؤثرات التى تساعد على ذلك.

٤- يتطلب استخدام منحى تاريخ الحالة عرض الأحداث بأسلوب شيق جذاب وأحيانا يستخدم أسلوب القصة لجذب انتباه الطلبة واهتماماتهم بالحالة.

٥- يتناول معلم العلوم أثناء عرض الحالة الإستراتيجيات المساعدة فى التصميمات والتفسيرات التى رافقت الحالة مثل التجارب العلمية والدراسات التى قام بها العلماء.

ما الغايات التى يسعى إلى تحقيقها المدخل التاريخى؟

يؤمل من استخدام المدخل التاريخى فى تدريس العلوم تحقيق وتطوير القدرات العقلية الآتية عند الطلبة:

١- إدراك المشكلات وتحديدها.

٢- جمع المعلومات وتنظيمها.

٣- إثبات صدق أو تخطئة الفرضيات باستخدام التجريب العلمى.

٤- تعميم الفرضية الراجحة علميا.

ويرى بعض المربين من ميدان تدريس العلوم والتربية العلمية أن للمدخل التاريخى آثاره الإيجابية وإسهاماته فى توضيح طبيعة العلم.

مميزات المدخل التاريخى:

أولا: طبيعة العلم:

ومن أبرز ما أضافه المدخل التاريخى فى هذا المحور ما يأتى:

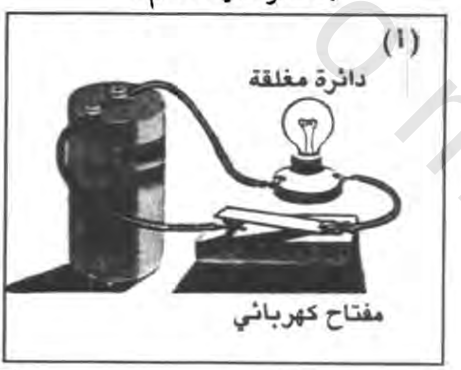
١- يؤكد أن الاهتمام بالعلم يأتى من خلال الاهتمام به كمادة علمية وكطريقة بالبحث والتفكير.

٢- يعمل على تعميق فهم الطلبة للعلم كأسلوب وأداة بحث واستقصاء.

٣- يعنى المدخل التاريخى بأبرز خصائص العلم الآتية:

أ - العلم ديناميكى.　　ب- العلم إنسانى.

جـ- تراكمية العلم.　　د - العلم مشروع إبداعى.



ثانيا: سمات العلماء:

ويؤكد هذا المدخل طبيعة وسمات العلمـاء كونهم بشرا مبدعين ولهم من الخصال ما يؤكد النظرة إليهم أنهم بشر غير عـاديين، ومن هنا جاءت فكرة التأكيد على وجوب تقدير العلماء.

ثالثا: صلة العلم بالمجتمع:

يبرز المدخل التاريخى بوضوح التـرابط بين العلم والمجتمع، فالعلم يتطور بتطور المجتمع.

عيوب المدخل التاريخى:

يؤخذ على المنحى التاريخى:

١- نزوع المعلم إلى أسلوب المحاضرة بما تتضمنه من سلبيات.

٢- يؤكد الحفظ مما قد يدفع التلاميذ بعيدا عن حب العلم.

٣- قد يوقع المعلم فى إحـراج لعدم إلمامه الكافى بتاريخ العـديد من الموضوعات العلمية التى قد تثير فضول بعض الطلبة.

٤- فيه استنفاد زائد للوقت على حساب المعمل المخبرى والنشاطات المنسجمة مع واقع المعرفة الإنسانية فى الموضوع الذى يكون المعلم بصدد تدريسه.

كمـا نجد أن الأدب التـربوى يشـير أيضـا إلى بعض النقائص فى طريقـة المدخل التاريخى وهى كما يلى:

١- يحتـاج المدخل التاريخى إلى وقت طويل لقطع مـادة تعليمـية قليلة، ويؤدى هذا إلى تأخر تنفيذ المنهاج.

٢- يخشى أن تطغى المعلومات القديمة على المعلومات الحديثة.

٣- يخشى أن يتحـول درس العلوم إلى مدخل لسرد القصص التاريخـية إذا فهم هذا المدخل خطأ.

إسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية:

لعله من الأمثلة المتقدمة يتبين لنا أنه يمـكن للمدخل التاريخى أن يسهم فى تحقيق بعض الأهداف المرجـوة من تدريس الـعلوم والتـربيـة العلمـيـة، ويمكننا تجـمـيع هذه الإسهامات فى المحاور الثلاثة التالية:

محور طبيعة العلم:

فالمدخل التاريخى:

١- لا يهتم بمادة العلم ونتائجه فحسب، بل يعنى كذلك بطريقة العلم وأسلوب البحث فيه، فمعنى هذا أنه ينظر إلى العلم نظرة مزدوجة على أنه مادة وطريقة معا.

٢- يعمل على زيادة فهم التلاميذ للعلم كأداة للبحث والاستقصاء، ويمكن تحقيق ذلك بسبيلين.

الأول: تتخذ فيه الحادثة العلمية نفس المكانة التى تتخذها الدعوة للاستقصاء فتعرض المشكلة وتعطى للتلاميذ البيانات التى كانت معروفة وقتها ويسألون عن تفسيراتهم لأسباب المشكلة، ويشجعون على التفكير فى تصميم التجارب واقتراح الأنشطة العلمية التى يمكن اتباعها للوصول إلى حل تلك المشكلة.

والثاني: تجرى فيه التجارب أو تعاد المواقف العلمية التاريخية كما كانت أو بصورة معدلة ويترك للتلاميذ فرصة الملاحظة واستنتاج الأفكار التى يمكن الخروج بها من تلك المواقف، إنه استقصاء من أجل الحصول على المفاتيح التى يمكن بواسطتها تفسير الغموض فى موقف معين يعنى بإبراز خصائص العلم التالية:

أ - **الخاصية النسبية**: حيث يوضح الطبيعة الديناميكية للعلم وميله إلى تصحيح نفسه بنفسه.

ب- **الخاصية الإنسانية**: حيث يبين اشتراك العلماء من أزمنة مختلفة وأمكنة مختلفة وتخصصات مختلفة وجنسيات مختلفة كى يهدوا البشرية كشفا تخطو به خطوة على طريق التقدم (مثل اشتراك علماء من كل من إنجلترا وأمريكا والاتحاد السوفيتى فى التوصل إلى النظرية التركيبية الحديثة).

جـ- **الخاصية التراكمية**: حيث يوضح استفادة العلماء من السابقين عليهم والمتقدمين (مثل تدريس قصة اختراع المصباح الكهربى بنزعة تاريخ الحالة) مؤكدا بذلك قول نيوتن الذى اشتهر به (ما رأيت بعيدا إلا لأننى كنت أقف على أكتاف الآخرين).

د - **الخاصية الابتكارية**: حيث يكشف عن أن الطريقة العلمية ليست مجرد خطوات، إذ تنقل العالم من واحدة منها إلى الأخرى كان توصله إلى حل المشكلة أمرا مقضيا، فالومضة العبقرية والفكرة الملهمة لهما مكانتهما، كذلك فى العلم.

محور سمات العلماء:

فالمدخل التاريخى:

١- يظهر العلماء كبشر ولكنهم بشر من نوع خاص أوتوا العقل الراجح ووهبوا الصبر الجميل وجبلوا على إنكار الذات فكانوا بمثابة الشموع التى تحترق لتنير سبيل الآخرين.

٢- يظهر العلماء كبشر عاديين يتراسلون ويتواصلون ويفيدون ويستفيدون، ويميلون ويتحيزون، ويتصالحون ويتخاصمون، ويحاولون تعضيد آرائهم بما يقنع غيرهم من أعضاء المجتمع العلمى.

٣- يزيد من تقدير التلاميذ للعلماء الذين أسهموا على مر التاريخ بتقدم العلم وتطويره من خلال بيان الصعوبات التى واجهتهم والتحديات التى قابلتهم والتضحيات الجسام التى قدموها عن طيب نفس ورضا خاطر للتغلب على تلك الصعوبات لقهر تلك التحديات.

محور الترابط بين العلم والمجتمع:

فالمدخل التاريخى:

١- يؤكد هذا الترابط من خلال توضيح العلاقة بين تطور العلم وتطور المجتمعات الإنسانية.

٢- يبرز التفاعل بين العلم والمجتمع من خلال بيان أثر كل منهما فى الآخر وتأثره به.

مثال توضيحى على المدخل التاريخى

الموضوع: نظرية التكوين التلقائى.

الأهداف:

١- أن يذكر الطالب نظرية التكوين التلقائى.

٢- أن يبرر لسقوط نظرية التكوين التلقائى.

٣- أن يذكر إسهامات العلماء وعلى وجه الخصوص لويس باستور فى إسقاط النظرية.

٤- أن يطبق الطرق العلمية الآتية: وضع الفرضيات، والاستدلال، والتجريب العلمى.

عرض الدرس:

(١) الفكرة أو الموضوع العلمى:

يظهر فى بعض المواقع كائنات حية يبدو أنها ولدت من ديدان، فعلى سبيل المثال تظهر ديدان على اللحم إذا ترك فى الهواء لعدة أيام ويرى البعض ظهور الضفادع من شواطئ الأنهار والبحار.

السؤال أو المشكلة:

كيف ظهرت هذه الديدان والضفادع؟ وما هو أصل الحياة فيها؟

(٢) تسلسل الأحداث والتطور العلمى الذى رافقها:

تصدى لبحث «قضية أصل الحياة» العديد من العلماء عبر التاريخ العلمى منذ قبل الميلاد حتى القرن العشرين وهم كما يلى:

رؤية العالم أرسطو (٣٢٢ - ٣٨٤ ق م):

اعتقد أرسطو الإغريقى أن المادة الحية يمكن أن تتوالد من المادة غير الحية أو أن الحياة تنبثق من غير الحياة، وبذلك فقد أسس نظرية التكوين التلقائى، وتنص على ما يلى: تنبثق الحياة من غير الحياة بوجود جوهر أو مصدر نشط يختلط مع المادة العضوية التى لا حياة فيها تتكون فيها الحياة.

مشاهدات أرسطو:

لاحظ أرسطو ما يلى:

- بعض الأسماك تتوالد من بويضات، وبعضها يخرج من قاع البحيرات عندما تجف بفعل انحباس الأمطار ثم عودة الماء إليها بعد سقوط المطر، أى أن الأسماك تخلقت ذاتيا دون وجود بويضات ملقحة.
- تتوالد بعض الحشرات من حشرات مماثلة لها، وبعضها يتخلق من اللحم المتعفن أو من روث الحيوانات.

أخذ المجتمع العلمى بنظرية التكوين التلقائى لحوالى ٢٠٠٠ عام دون أن تناقش أو تنقد من العلماء على مدى التاريخ.

قضية للمناقشة:

استمر قبول نظرية التكوين التلقائى زمنا طويلا باعتبار أن واضعها هو الأب الروحى للعلم .. أرسطو.

* ما هى الآثار التى نتجت عن استمرارية الأخذ بها؟

العالم: فرانسيسكو ريدى الإيطالى (١٦٢٦-١٦٩٧م).

المشاهدات:

قام بعدة تجارب درس خلالها قطعا من اللحم ولاحظ وجود ديدان عليها.

نتائج المشاهدات:

أن الديدان التى ظهرت على اللحم ليست من اللحم نفسه وإنما مصدرها هو بيض صغير وضعه الذباب على اللحم وفقس وخرج منه يرقات تطورت إلى عذراوات ثم تحولت إلى حشرة كاملة.

الخلاصة:

رفض العالم ريدى قبـول نظرية التكوين التلقائى، فاليرقات لا تتـوالد تلقائيا إنما هى نتائج الحياة أو بكلمات أخرى فإن الحى يخرج من حى آخر من نفس نوعه.

وقد طرح السؤال التالى:

* هل ينطبق هذا على جميع أنواع الحياة؟

رؤية أنتونى فان ليفنهوك الهولندى:

المشاهدة:

لاحظ وجود كائنات حية دقيقة فى مـاء المطر الذى جمعه بواسطة صحن وفحصه بواسطة المجهر.

الفرضية:

رفض رأى العالم ريدى أن الحيـاة تنسل من الحياة المماثلة لهـا وأكد صدق نظرية التكوين التلقائى.

النتائج: انقسم فريق العلماء بين مؤيد لـلعالم ريدى وآخر مؤيد للعالم لوينهوك، وهذا يسمى بالعلم بحالة الفوضى.

ثالثا: مجموعة من النتائج المتعارضة بنتائجها:

١ - العالم الفرنسى لويس جوبلو:

المشاهدة:

قام جوبلو بالتجربة التالية عام ١٧١١م عـلى الحشائش الجافة ثم قسم المستخلص إلى قـسمين: وضع القـسم الأول فى دورق وأغلقه بـإحكام، ووضع القسم الثـانى فى دورق مماثل وأبقاه مفتوحا ثم تركهمـا لعدة أيام معرضين للهواء، وبعد ذلك فحص كلا من المستخلصين فوجد كائنات حية فى الدورق المفتوح المعرض للهواء بينما لم تظهر هذه الكائنات الحية فى الدورق المغلق.

النتيجة:

استدل أن الكائنات الحية التى ظهرت فى الدورق المفتوح مصدرها الهواء ولو كان مصدرها التكوين التلقائى لظهرت فـى الدورق المغلق أيضا، ولم يكتف بذلك فقد أعاد فتح الدورق الأول المغلق وعرض محتوياته للهواء لعدة أيام فظهرت فيه الكائنات الحية.

* القناعة النهائية عند جوبلو: رفض جوبلو نظرية التكوين التلقائى.

٢- العالم الإنجليزى جون نيدهام (١٧٢٩ - ١٧٩٩):

المشاهدة:

أعاد تجـربة جوبلو باستخـدام مستخلـص لحم الضأن ثم وضع فيه رمـادا ساخنا لتسخينه ووضعه فى دورق أحكم إغلاقه وتركه بالهواء لعدة أيام، ثم فحص المستخلص بواسطة المجهر فـشاهد وجود كائنات حيـة فيه، ثم كرر التـجربة نفسها مع مـستخلص الذرة والقمح فتوصل إلى النتائج نفسها.

النتيجة:

أكد نيدهام صدق مضمون نظرية التكوين التلقائى وعارض رأي جوبلو.

٣- آراء القس الإيطالى لازارو إسبلترانى:

النتيجة:

فحص عصير الفواكه فوجده خاليا من الكائنات الحية وجعله هذا يؤكد أن نيدهام لم يسخن مستخلص لحم الضأن إلى درجة حرارة كافية لقتل ما به من كائنات حية وبقى البعض منها فى المـستخلص، وقد أعاد التـجربة بوضع عصير الفـواكه فى أربعة دوارق أغلقها بسداد من الفلين ووضـع عصير الفواكه نفسه فى أربـعة دوارق أغلقها بإحكام ثم عرض الدوارق الثمانيـة إلى الهواء لعدة أيام، وبعد فحصها تبين وجـود كائنات حية فى الدوارق الأولى التى أغـلقت بسـداد من الفلـين بينمـا لم تظهـر فى الدوارق الأربعـة الأخرى، وقـد أيدت النتائج صدق آراء إسبـلترانى، وقد دفع هذا نيدهـام للتعليق على آراء إسبلترانى بقوله إن التسخين الشديد قتل العنصر النشط.

إن ما توصل إليه فريق العلماء قـد ألقى بحالة الشك واليقين على نظرية التكوين التلقائى، وهذا يعكس الفـوضوية بالعلم، وقد دفـعت هذه الحالة العالم لويس باسـتير لحسم الموقف.

٤- العالم الفرنسى لويس باستير (١٨٢٢ - ١٨٩٥م):

دوافع النشاط العلمى عند باستير:

قررت الأكاديمية الفرنسية الإعلان عن جائزة مالية لمن يحسم الأمر بالنسبة لنظرية التكوين التلقائى.

مشاهدات العالم باستير:

قام باستير بعدة محاولات تأكد منها أن الكائنات الحية موجودة فى الهواء عموما لكن وجودها فى الهواء فوق الجبال أقل من وجودها فى الهواء الاعتيادى.

وفيما يلى وصف للتجربة المشهورة التى قدمها باستير إلى أعضاء من الأكاديمية الفرنسية ليصدروا الحكم المناسب:

وصف التجربة:

أعد باستير مستخلصا مائيا مكونا من الخميرة والسكر ثم غلاها لمدة دقيقة وأحضر ستين دورقا زجاجيا وضع بها المستخلص ثم لحَمَ أعناق ستة وخمسين منها بواسطة اللهب وقسمها إلى ثلاث مجموعات كما يلى:

المجموعة الأولى: تكونت من تسعة عشر دورقا فتحها فى قاعة الاجتماع وعرضها للهواء لفترة زمنية قصيرة ثم أعاد لحام أعناقها.

المجموعة الثانية: تكونت من تسعة عشر دورقا فتحها عند السقف فى القبة التى جلس فيها أعضاء الأكاديمية ثم أعيد لحامها.

المجموعة الثالثة: وتكونت من ثمانية عشر دورقا أعيد فتحها أمام القاعة ثم أغلقت مرة أخرى.

وقد كان الافتراض الذى وضع بصورة مسبقة أن الجرار فى المجموعتين الأولى والثانية ستظهر فيها الحياة بصورة أقل من المجموعة الثالثة، وهذا ما أكدته نتائج التجربة. فقد تبين أن خمسة دوارق فقط من دوارق المجموعة الأولى ظهرت فيها كائنات حية، وظهرت فى ستة دوارق من المجموعة الثانية، وأما فى المجموعة الثالثة فقد ظهرت الكائنات الحية فى ستة عشر دورقا.

وأما الدوارق الأربعة الباقية فقد وضع بها عصير الفواكه ثم سحب أعناقها بواسطة اللهب لتصبح على شكل الحرف U وسخنها حتى غلا ما بها من سائل وتبخر وخرج جزء من البخار من العنق الملتوى الضيق وتركها لتبرد وهى مفتوحة العنق.

ترك باستير مجموعة الدوارق الأربعة فى الهواء لمدة عام ونصف العام ثم عاد إليها وفحصها فلم يجد بها كائنات حية.

وفسر باستير هذه النتيجة بأن العنق الملتوى قد ساعد على ترسب الكائنات الحية القادمة من الهواء إلى الدورق ولم تصل إلى عصير الفواكه الذى تم تعقيمه بواسطة الحرارة والغليان.

لقد حكم أعضاء الأكاديمية لصالح العالم باستير وبذلك حصل على الجائزة المعلن عنها، ويأتى قرار الأكاديمية لصالح حسم الأمر بالنسبة لنظرية التكوين التلقائى فقد رفضت وسادت النظرية البديلة وهى أن الحياة تنسل من حياة مماثلة لها.

إن قبول النظرية أن الحياة تتخلق من حياة سابقة مماثلة قد أثار عددا من التساؤلات عند العلماء من أهمها ما يلى:

١- إذا كانت الحياة تنسل من حياة فكيف نشأ الكائن الحى الأول على سطح الأرض؟

٢- هل للأحياء سلف واحد مشترك؟ وكيف حدث التنوع بالكائنات الحية؟

وهذا السؤال تصدت له نظرية دارون.

ويبدو لنا واضحا كيف ساعد المثال السابق على توضيح كيفية تطور العلم ونموه بإدخال حقائق ومعرفة علمية جديدة إلى جسم العلم، كما يبين الصلة بين العلم والمجتمع وأن العلم منشط إنسانى قابل للاتساع (التراكمية).

قائمة مراجع الفصل الخامس

أولا : المراجع العربية

١ ـ رشيد الحمد ومحمد سعيد ١٩٨٦ : البيئة ومشكلاتها، مكتبة الفلاح، الكويت.

٢ ـ كوثر حسين كوجك وآخرون ١٩٩٤ : دليل المعلم للتربية البيئية لمقررات الحلقة الأولى من التعليم الأساسى (الابتدائى)، الإدارة العامة للتربية البيئية والسكانية.

٣ ـ مجدى عزيز إبراهيم ٢٠٠١ : التربية البيئية فى مناهج التعليم، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

٤ ـ محمد على نصر ٢٠٠٠ : «التربية البيئية وإعداد المعلم فى عصر المعلوماتية» المؤتمر العلمى الخامس لكلية التربية، جامعة المنيا، دور كليات التربية تجاه التربية البيئية فى القرن الحادى والعشرين، ٢٦ ـ ٢٧ أبريل.

٥ ـ محمد على نصر ٢٠٠٠ : «مداخل للتدريس والتعلم لتفعيل دور التربية العلمية فى تحقيق المواطنة فى عصر العولمة»، المؤتمر العلمى الخامس للتربية العلمية للمواطنة، الجمعية المصرية للتربية العلمية، المجلد الثانى، ٧/٢٩ - ٢٠٠١/٨/١م.

٦ ـ محسن حامد فراج ٢٠٠٠ : تنمية بعض عناصر التنور البيئى لدى الطلاب بكلية التربية جامعة الملك خالد باستخدام الموديلات التعليمية، مجلة التربية العلمية، المجلد الثالث، العدد الأول.

٧ ـ عايش زينون ١٩٩٧ : أساليب تدريس العلوم ط١، دار الشروق للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

٨ ـ صبرى الدمرداش ١٩٩٤ : أساسيات تدريس العلوم، الطبعة الثالثة، مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع، الصفاة، الكويت.

٩ ـ ميشيل كامل ٢٠٠١ : طرق وأساليب تدريس العلوم، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.

١٠ ـ محمد جمال، عبد اللطيف حسين، خليل يوسف ١٩٩٦ : تدريس العلوم فى مراحل التعليم العام، دار القلم للنشر والتوزيع، دبى، الإمارات.

ثانيا : المراجع الأجنبية

11- Allan R. Irwin, 2000: Historical Case Studies: Teaching the Nature of Science in Context, Science Education, 84 (1).

12 - Drives R., Newton P., Osborne N. 2000: Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms Science Education, 84 (3).