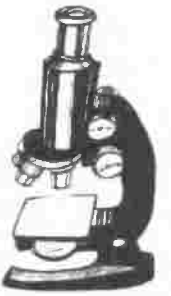


الفصل الثانى

طرق حديثة فى تدريس العلوم

فى نهاية هذا الفصل ينبغى أن يكون فى استطاعتك:

- الوقوف على التعلم بالاكتشاف.
- تعرف الأدوار فى التعلم بالاكتشاف.
- تعرف الفرق بين التعلم بالاكتشاف الحر وشبه الموجه.
- تحديد أدوار المعلم فى التعليم بالاكتشاف.
- إعطاء أمثلة على التعلم بالاكتشاف.
- تعرف التعلم بالاستقصاء.
- الوقوف على أهم مشكلات التعلم بالاستقصاء والاكتشاف.
- الوقوف على التعلم بأسلوب حل المشكلات.
- تعرف إستراتيجية مواجهة التلاميذ بالمشكلات.
- تعرف كيفية تدريب الطلاب على مهارات أسلوب حل المشكلات.
- الوقوف على أسلوب حل المشكلات باستخدام الكمبيوتر.
- إعطاء أمثلة لتطبيق أسلوب حل المشكلات فى تدريس العلوم.

مقدمة:

توفر طرق الاكتشاف والاستقصاء الفرص أمام كل من المعلم والتلميذ لتحقيق مواقف المشاركة فى مواقف التعلم وتنمية جوانب عقلية متعددة كالاستنتاج والاستدلال والتحقق. فضلاً عن دورها فى نقل الدافع إلى التعليم من كونه خارجيا إلى أن يصبح داخليا، وذلك من خلال الأنشطة التى يمارسها الطلاب فى هذه الطريقة.

فالاستقصاء وسيلة فعالة لشحذ النفوس للتأمل فى عظمة الخالق فى خلقه، فالاكتشاف والطرق الاستقصائية عندما يستخدمها معلم العلوم، فإنها تيسر حدوث الانتقال من التدريس القائم على العرض والشرح إلى التدريس القائم على المشاركة والحدس.

والطرق المستخدمة فى الاكتشاف والاستقصاء تقوم على جمع المعلومات وفهم الحقائق والتوصل إلى المفاهيم والتعميمات العلمية التى كثيرا ما تنسى إذا استخدمت طرق التلقى فى تدريسها، والجدير بالذكر أن طرق الاكتشاف تؤكد على كيفية التفكير فى أكثر من نوع من أنواع التفكير المتنوعة.

إن طبيعة التقصى العلمى تقود إلى استيعاب دور العلماء فى التقصى والبحث عن أسباب الظواهر الفيزيائية والنظم الكونية مع اعتبار أنه يجب أن يعتمد على استخدام التفسيرات العلمية للمشكلات على معايير المنطق وعلى علوم معرفية حديثة وتاريخية وعلى مقارنة تلك الأدلة بعضها ببعض.

التعلم بالاكتشاف:

يعنى الاكتشاف الوصول إلى شىء موجود من قبل ولكنه لم يكن معروفا للمكتشف، وهو مختلف عن الاختراع أو الابتكار.

فمعنى الابتكار هو الوصول إلى شىء لم يكن معروفا أو موجودا من قبل، والاكتشاف هو أحد مراحل عملية الابتكار.

ومن وجهة نظر العالم المعروف روبرت جانييه Robert Gangné فإن الاكتشاف يشتمل على ربط المبادئ المتعلمة سابقا فى مبادئ جديدة ذات مستوى أعلى لتحل المشكلة، ثم تعمم لحل مشكلات جديدة فى نفس النوع.

ويستخدم التلميذ مهارته العقلية فى اكتشاف مفهوم أو مبدأ بدلا من إخباره به، كما هو الحال فى الطريقة العملية؛ لذا فإن التلميذ يسلك فى نفس تعلمه بالاكتشاف مسلك العلماء عند بحثهم لمشكلة ما.

وقد صاغ «روسو» توجها محددا فيه دور التلميذ فى التعلم بالاكتشاف، حيث يقول:

«ضعوا الأسئلة فى متناول التلميذ، ودعوه يجيب عليها، ليعلم ما يعلم ليس لأنكم قلتموه، بل لأنه فهمه بنفسه؛ ليكتشف العلم بدلا من أن يحفظه، وعندئذ فسوف يستعمل عقله، بدلا من أن يعتمد على عقل غيره».

وينبغى الإشارة هنا إلى أن الطالب فى أسلوب التعلم بالاكتشاف يتبع الأسلوب الاستقرائى، كما أن أسلوب التعلم بالاكتشاف يعمل على زيادة الدافعية، وإثارة الحماس لدى المتعلمين، كما أن التعزيز فى التعلم بالاكتشاف داخلى، حيث يعمل الطالب بنفسه، ويصل إلى مفهوم لم يسبق معرفته؛ ولذلك يصبح الطالب محفوزا داخليا.

والاكتشاف لدى «برونر» لا يقتصر على النشاط الذى يختص باكتشاف شىء كان غير معروف بالنسبة للبشر، ولكنه يشتمل بدلا من ذلك على كل أشكال المعرفة التى يتوصل إليها الفرد من خلال عقله الخاص، ويرتبط هذا بالمشروعات التعليمية الحديثة التى ظهرت فى أمريكا خلال الخمسينيات والستينيات والتى تؤكد على أهمية ترك الفرصة للطلاب لوضع موضوعات ومواد التعليم معا وتنظيمها واكتشاف الحقائق الخاصة بها بأنفسهم، ومن رأى برونر أنه من النادر أن يحدث الاكتشاف بالمعنى الذى اقترحه «نيوتن» على شكل جزر من الحقيقة فى بحر غامض من الجهل، ولكن حتى ولو كان الأمر يحدث كذلك، فلا بد أن نعترف دائما بالفضل لبعض الفروض الموفقة التى ينجز من خلالها.

الاكتشاف: كالدهشة يختار العقول المهيأة له، فاللاعب الماهر فى لعبة معينة يكون لديه نفس التكوين الجسدى للاعب غير الماهر تقريبا، وما يميزه هو قدرات الإدراك والاكتشاف، إن تاريخ العلم يسوده العلماء الذين اكتشفوا، وليس الذين عرفوا، فالاكتشاف سواء قام به تلميذ فى المدرسة بنفسه، أو قام به عالم فى معمله أو فى الميدان لتوسيع حدود المعرفة الموجودة، فى جوهره هو عملية إعادة تنظيم وتحويل للشواهد والحقائق المتوافرة بطريقة تمكن الفرد من الذهاب إلى ما وراء هذه الشواهد والحقائق

بحيث تتمكن من إعادة التجميع والتوصل إلى استبصارات إضافية جديدة، ومن الطبيعى أنه إذا تركت الحرية للطفل لكى يكتشف فإن لذلك حدودا محدودة.

ومن الطبيعى أيضا أن نقول بأن هناك أشكالا مختلفة من التربية للأطفال وأنواعا مختلفة من المناخات أو الظروف الأسرية التى تجعل بعض الأطفال أكثر كفاءة فى اكتشافاتهم من أطفال آخرين.

ومن جهة أخرى فإن «برونر» يؤكد على أهمية عمليات تدريب الطلاب على أساليب الاكتشاف. من خلال الاستقصاء، وتعلم فن البحث، وطرائق التفكير فى العلوم والمنطق والرياضيات، ولا يكون التدريب هنا مقتصرا على الجوانب الشكلية (أو الصورية) من البحث والاستقصاء فقط، بل أيضا على العمليات أو النشاطات والاتجاهات التى يرتبط بعضها بموضوعات خاصة، وبعضها الآخر بالموضوعات كلها بشكل عام، ويعترف برونر بصعوبة وصف أو تحديد هذه العمليات، لكنه يقول أنها أشبه بالموهبة التى تنتج عن الألفة الحدسية بمجال معين من الظواهر، والقدرة على الإحساس الصحيح، والمعرفة الخاصة، والقدرة على الإحساس بالنظام الصحيح داخل الكثرة أو المجال المتسع والمهم أن يحدث ذلك من خلال الاشتراك الفعلى فى النشاطات التى تتضمن عمليات العلم، فالطفل لا يتعلم البحث والاكتشاف إلا من خلال عمليات البحث والاكتشاف الفعلية (سليمان، ١٩٩٥).

وعلى ذلك فلا يمكن للطالب إدراك فكرة عمل الدينامو إلا إذا شارك فى تجربة توليد تيار تأثيرى فى سلك مستقيم يتحرك فى مجال مغناطيسى، وهنا يلحظ التلميذ حركة مؤشر الجلفانومتر الحساس يمينا أو يسارا حسب اتجاه حركة السلك بين قطبى مغناطيس حذاء الفرس ـ إن إدراك أو تصور فكرة تحول الطاقة الحركية والمغناطيسية إلى طاقة كهربية تكاد تكون مستحيلة إذا لم يشارك التلميذ فى تجربة تحمل له هذا المضمون.

والسؤال الآن: هل للتعلم بالاكتشاف أى مزايا؟

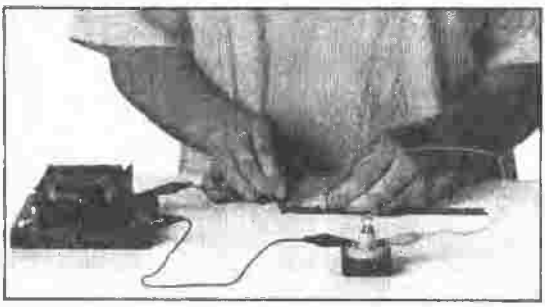
والجواب هو أن التعلم بالاكتشاف له أهمية ومزايا منها:

١ ـ تنمية الكفايات الفعلية للطالب.

٢ ـ يحدث تعزيزا مستمرا للفرد إثر التقدم من خطوة إلى أخرى مما يعمل على زيادة الدافعية والرغبة فى الاستمرار، على اعتبار أن التعزيز داخلى وليس خارجيا.

٣ ـ يعتبر التعليم بالاكتشاف من العوامل التى تقلل من ظاهرة النسيان، ويجعل المادة المتعلمة قابلة بدرجة أكبر للفهم والاستيعاب.

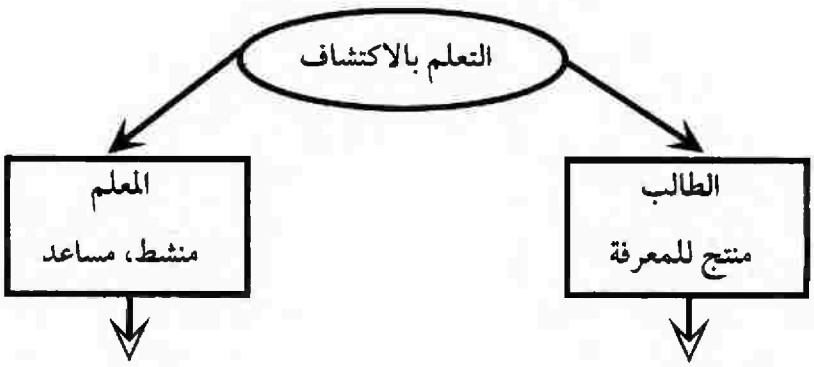
٤ ـ ينظر إلى التعلم بالاكتشاف على أنه أحد العوامل على التفكير بشكل فعال ومتطور.



٥ ـ يولد الثقة فى ذات الطلاب، ويوجههم إلى نوع من التعلم الذاتى مع الشعور بالمسئولية.

الأدوار فى التعلم بالاكتشاف:

يمكن توضيح دور المعلم والطالب فى عملية التعلم بالاكتشاف من خلال النموذج التالى:



مرحلة التحضير:

وهذه المرحلة تتطلب من المعلم عند القيام بها أن يكون فى ذهنه هدف عام عريض، ومعرفة المفاهيم والحقائق والتعميمات المتعلقة بالموضوع، والقدرة على التمييز بينها، وذلك يتطلب أيضا الحصول على مواد متعلقة بالموضوع المراد تدريسه بهذه الطريقة.

حسب المثال المذكور يحتاج المعلم لمعرفة ما يلى:

المفهوم: النبض والتنفس.

الإجراءات: كيفية قياس معدل النبض والتنفس للدقيقة الواحدة.

حقائق: مدى معدل النبض والتنفس فى الظروف الطبيعية.

تعميمات: الظروف التى تؤثر على المعدلات.

على المعلم فى هذه المرحلة أن يطرح الأسئلة التالية على نفسه ثم يجيبها:

* كيف يمكن وضع الطالب بحيث يستطيع أن يتعلم هذه الأمور بنفسه؟
* كيف يمكن للطالب أن يكوّن اهتمامات للموضوع؟
* ماذا نريد من الطلاب أن يلاحظوا ويكتشفوا؟
* كيف نمكنهم من القيام بذلك؟

وأخيرا: يجب أن يتأكد المعلم أن الطلاب مستعدين لاستعمال طرق استنتاجية من خلال المشاهدة، والتسجيل، والتحليل، وتدريبهم من أجل ذلك.

مرحلة العرض:

بعد أن يتأكد المعلم من إثارة اهتمام الطلاب، على سبيل المثال من خلال طرح سؤال «ما هو الشىء الذى يجب أن نقوم به ليبقى جسمنا حيا؟». يقدم المعلم وضعا فيه نوع من التحدى مثل: «ما الذى يقوم به الأطباء لمعرفة أن أجهزة الجسم تعمل بشكل طبيعى؟»، «ما الذى يغير معدل النبض والتنفس عندنا، وكيف نعرف ذلك؟»، إن صياغة مثل هذه الأسئلة تحفز الطالب على الاكتشاف. هذا، ويمكن التنويع فى الأسئلة لتشمل المفاهيم والحقائق والتعميمات والقوانين، وهنا يوجه السؤال للطلاب كيف يمكنهم التوصل إلى إجابات دون الرجوع للكتاب، وماذا عليهم أن يفعلوا من إجراءات؟

عندما يبدأ الطلاب بالمشاهدات وتجميع البيانات والتحليل يكون دور المعلم هنا هو مراقبة هذه العملية، وتوفير جو للتأمل والتفكير، وعدم إهمال عملية التقييم واختبار ما توصل إليه هؤلاء الطلاب.

مرحلة الإنهاء:

حيث يقوم المعلم بمساعدة الطلاب على تنظيم وصياغة اكتشافاتهم لتصبح جزءا

من الذاكرة طويلة المدى، وتوفير فرصة لاستعمالها، فعلى سبيل المثال يقوم الطلاب بتثقيف أسرتهم عن الموضوع.

إيجابيات التعلم الاكتشافى:

إن اكتشاف معانى المفاهيم وتحديد الحقائق والحصول على تعميمات من البيانات التى يتم الحصول عليها من خلال هذا الموضوع تؤدى إلى زيادة الفهم عند الطالب، وبالتالى تحقيق تعلم ذى معنى وأقل عرضة للنسيان إذا ما قورن بحالات يتم فيها تلقى المعرفة من الآخرين، ولا سيما أن المعرفة فى هذه الحالة يتم اكتشافها من خلال خبرة شخصية وبالتالى فإن هذا النوع من المعرفة يتوقع أن يكون أكثر قابلية للنقل من سياق إلى آخر:

- مساعدة الطالب على تعلم كيف يتعلم، وكيفية استعمال مهارات ذهنية عليا.
- إمكانية حصول تفاعل بين الأفراد مع بعضهم البعض ومع المعلم.
- تنشيط الطالب بحيث لا يكون متلقيا للمعرفة فقط بل صانعا لها.
- التأكيد على استقلالية الطالب وتعويده على الاعتماد على النفس.
- يفيد من الناحية الوجدانية عند استخدام هذه الطريقة فى خلق جو من الصداقة بين الطلاب والمعلم.
- إثارة اهتمام الطلاب وتكوين اتجاهات إيجابية نحو الموضوع.

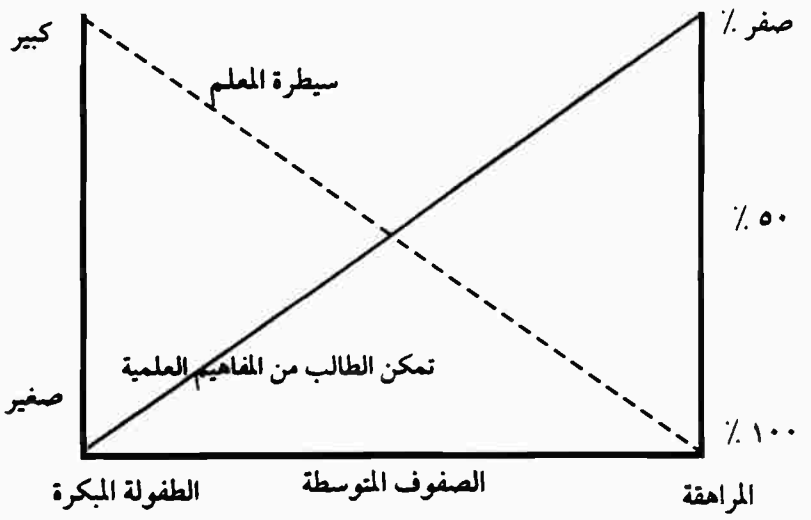
الاكتشاف الموجه وعمليات التعليم والتعلم:

تجدر الإشارة هنا أن الاكتشاف الموجه يحقق نوعين من الانسجام (التآلف) بين أدوار كل من المعلم والتلميذ، ويوضح الشكل التالى العلاقات التى يمكن أن تنشأ بين مقدار سيطرة المعلم وفى مقابل العمر الزمنى للطالب (التلميذ) والنمو العقلى Mental Development.

العلاقة بين تمكن الطلاب من المفاهيم العلمية ومقدرتهم على الاشتراك فى التعلم بالاكتشاف سواء كان مقيدا أم حرا.

كقاعدة عامة كلما كان الطفل أصغر عمرا فإن كمية المعلومات المقدمة من المعلم وأيضا توجيهاته يجب أن تكون بشكل متزايد وكلما زاد العمر الزمنى للتلاميذ فإن كمية

المعلومات والبيانات المقدمة بالإضافة إلى توجيهات المعلم يجب أن تكون أقل ـ أو بمعنى آخر فإن دور المعلم يتغير إلى مشجع ومسهل فقط لعمليات الكشف باعتبار أن المعلم هو الشخص المرجع Rrsource Person.



العلاقات المتداخلة بين أعمار الأطفال، ونمو المفهوم العلمى

وسيطرة المعلم عند تدريس العلوم

مع ملاحظة أنه قد يبدو أن مدخل الاكتشاف الموجه هو المدخل الذى يفيد فى ظل ظروف المدرسة المصرية، علاوة على وجود ثلاثة أسباب رئيسية أخرى تزكى استخدام هذا المدخل وهى:

١ ـ أن الخط السائد الذى يستخدمه معظم المعلمون ويشعرون بالرضا تجاهه هو الذى يعتمد على العرض من جانب المعلم Expository Teaching.

٢ ـ إذا كان أحد أهداف تدريس العلوم هو جعل الطفل مثقفا عمليا Scientif-ically Literate.

٣ - بالإضافة إلى هدف جعل الطفل قادرا على حل المشكلات، فإن تلك الأهداف ربما تتحقق إذا أقبل الأطفال على المشاركة بفاعلية فى القيام بالأنشطة المختلفة بحسب المستويات المناسبة لهم مع وجود دور رئيسى

للمعلم. وقد يؤدى اشتراك الأطفال فى تعلم العلوم عن طريق مدخل الاكتشاف الموجه كخطوة أولى إلى التوصل إلى استخدام مدخل الاكتشاف غير الموجه أو الاستقصاء فى مرحلة المراهقة وما بعدها كمرحلة ثانية، وهومن الأهداف الهامة لتدريس العلوم، وعموما فإن الشكل العام الذى يمكن أن يتخذه مسار السير فى دروس الاكتشاف الموجه يمكن أن يتضمن الآتى:

أ ـ تحديد المشكلات (فى صورة تساؤلات) Questions Formate.

ب ـ الأخذ فى الاعتبار عند صياغة التساؤلات كلا من المجال Scope والصف الدراسى.

جـ ـ يحدد المعلم ما الذى يريد أن يكتشفه فى تلاميذه.

د ـ يحدد ماذا يحتاج المعلم من مواد أو أدوات.

هـ ـ يراعى المعلم ما الذى سيناقش قبل القيام بالنشاط.

و ـ يحدد دور التلميذ. ز ـ يأخذ فى الاعتبار ما الواجب معرفته.

ح ـ يعرف المعلم كيف يستخدم التلميذ أو يطبق ما يكتشفه.

ويوجه بعض النقد إلى هذا المدخل على اعتبار أن عنصر التنفيذ الآلى هو الغالب، حيث يعمل هنا الفهم الشامل لأصول التفكير العلمى، وهذا الخط شائع فى الكتب المقررة، أو كراسات التدريبات العملية التى تخصص للنواحى العملية المحددة سلفا فى المقرر، وفى معظم الأحيان يتم العمل بشكل روتينى ملحوظ، ويتحجج المعلم بضيق الوقت أو كثرة موضوعات المقرر وإجراءات التقويم، بالإضافة إلى فلسفة المعلم.

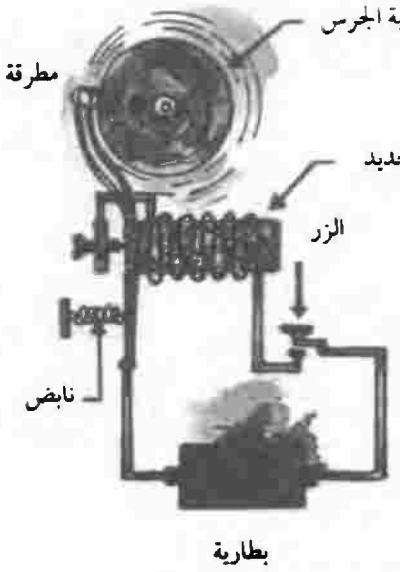
وفى اعتقادنا أن هذا المدخل لا يعنى بجوهر فلسفة الكشف أو الاستكشاف.

إن مثل هذا النوع من الاكتشاف هو الغالب على الكتب المقررة، وإليك أحد الأمثلة.

تولد تيار تأثيرى فى سلك مستقيم يتحرك فى مجال مغناطيسى:

خطوات العمل:

١ ـ صل طرفى سلك غليظ بجلفانومتر حساس، ثم حرك السلك بين قطبى مغناطيس حذاء الفرس، بحيث يقطع خطوط الفيض المغناطيسى عموديا عليها.



٢ ـ شاهد انحراف مؤشر الجلفانومتر لحظيا.

٣ ـ يدل ذلك على تولد تيار تأثيرى فى السلك ينعدم بانعدام حركة السلك.

أى أننا حصلنا على طاقة كهربية من طاقة الحركة، وهذه هى الفكرة التى بنى عليها عمل الدينامو.

المدخل الكشفى شبه الموجه Less Structured Guided Discovery:

هناك أسلوب آخر يمكن أن توجه طلابك من خلال أنشطة أقل تقيدا.

Less Structured Activities

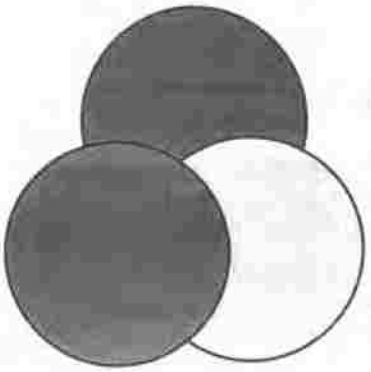
ويختلف هذا الأسلوب عن الاكتشاف الموجه الذى يعتمد فيه بشكل أكبر على معلم العلوم، حيث يكتفى المعلم فقط بتزويد الطلاب بالمشكلة، ثم يدعو طلابه لكى يلاحظوا ـ يرتادوا فى Explore ووضع خطوات التوصل إلى حل المشكلة، ومن جهة أخرى، فيمكن طبقا لهذا المدخل أن يقل تدخل المعلم، بحيث يكون مصدر المشكلة المطلوب حلها ليس المعلم فقط، بل يمكن أن يقترح الطلاب مشكلة ما وما على المعلم سوى أن يزود طلابه بالمواد والأدوات المطلوبة للتوصل إلى حل المشكلة أو التساؤل المطروح، مع السماح للطلاب بحرية أكبر لحل المشكلة، ومن المشكلات التى يمكن أن تطرح لطلاب المرحلة المتوسطة:

١ ـ كيف يمكن أن تقدر تأثير المبيدات على ثعابين البحر؟

٢ ـ ما طرق الكشف عن تلوث المياه؟

٣ ـ هل الهواء مخلوط أم مركب؟

وبالنسبة لطلاب المرحلة الثانوية



فى الفيزياء

١ ـ كيف يمكن تعيين خط الزوال المغناطيسى باستخدام المغناطيس؟

٢ ـ كيف يمكن إثبات أن تلاقى ضوء مع ضوء يمكن أن ينتج ظلمة؟

٣ ـ هل بإمكانك أن تدير دلوا به ماء حركة دورانية دون أن يسكب الماء منه؟

٤ ـ كيف يمكنك تعيين زاوية الميل المغناطيسى فى مكان ما؟

فرع الكيمياء:

١ ـ لماذا تشعر اليد بالبرودة عندما تلامس كوبا مذابا به قليل من ملح كلوريد الأمونيوم؟

٢ ـ لماذا لا تطفأ حرائق الصوديوم باستخدام رابع كلوريد الكربون؟

٣ ـ لماذا تعتبر الكحولات العضوية مركبات أساسية لتحضير الأحماض العضوية؟

أمثلة إضافية توضح ما أهمية المدخل الكشفى شبه الموجه:

من أمثلة ذلك عندما يزود الطالب ببطارية ـ سلك نحاس ـ مقاومة متغيرة ـ بوصلات صغيرة وبرادة حديد، ثم يطلب منه رسم المجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار فى ملف حلزونى، ويعطى بعض التوجيهات مثل: طريقة لف سلك النحاس حتى يتكون من ملف حلزونى معزول اللفات ـ استخدام مصدر تيار مستمر، ثم يطلب منه بعد ذلك تخطيط المجال المغناطيسى لمغناطيس أسطوانى ـ والمقارنة بين المجالين ـ وتحديد ما إذا كان المجالان متناهيين أو مختلفين.

وفى تجربة اختيار الدليل المناسب فى عمليات المعايرة.

(عند معايرة حمض قوى مع قاعدة قوية).

يطلب من الطالب بعد تزويده محلول حمض قوى (H Cl) وقاعدة قوية NaOH ـ ومقياس حموضته والمحلولان متساويا العيارية (١ , ٠ ع مثلا).

أن يختار الدليل المناسب (الفينولفثالين ـ الميثيل البرتقالى ـ الميثيل الأحمر).

هنا يوجه الطالب إلى حساب مدى التغير المفاجئ الحادث(*).

تدريس العلوم من خلال الاستطلاع (الاستقصاء):

انتشرت فى العالم كله فكرة تدريس العلوم عن طريق الاستطلاع أو الاستقصاء، ومعنى ذلك ببساطة أن يجد الأطفال الفرصة ليكتشفوا بأنفسهم الإجابات لأسئلة مثارة. وخلال محاولة الأطفال الإجابة على هذه الأسئلة يتعلمون أشياء مفيدة ومطلوبة فيتعلمون مفاهيم ويمارسون سلوكيات ـ كذلك يستخدمون مهاراتهم اليدوية والفعلية وما تعلموه مسبقا للبحث وجمع المعلومات.

قد عرف روبر كاربلس وهربارت Robert Karplus & Herbert الاستقصاء بأنه:

«استدعاء Recognition علاقة بين الفكرة والملاحظة أو بين فكرتين أو ملاحظتين».

وقد عرف كارين وصند Carin & SUnd النشاط الاستقصائى على أنه «هو أحد الدروس الذى يصممه المعلم لتلاميذه حتى يمكن لهم أن يستخدموا العمليات العقلية التى يتلقونها فى اكتشاف المفاهيم والمبادئ وذلك بأنفسهم».

ومن العمليات المعرفية المتضمنة فى الاستقصاء:

الملاحظة Observing. التقسيم Classifing.

التنبؤ Predicting. الوصف Describing.

(*) عند إجراء عملية معايرة بين حمض وقاعدة، فإنه يحدث تغير تدريجى فى تركيز كاتيونات الهدروچين نتيجة لاتحادها مع أنيونات الهدروكسيد وتكوين الماء، وبذلك فإن قيمة الأس الهدروچينى للمحلول تتغير تدريجيا، وعند الوصول قريبا من نقطة التكافؤ فإن هذا التغير فى قيمة الأس الهدروچينى يكون مفاجئا عند إضافة قطر من محلول القاعدة ولاختيار الدليل المناسب فى هذه العملية يجب أن يكون مدى الدليل فى حدود مدى التغير المفاجئ فى قيم الأس الهدروچينى، ويتغير هذا المدى المفاجئ حسب نوع عملية المعايرة.

الاستنتاج Inferring.

ويمكن أن يتبع المدخل الاستقصائى فى تعليم العلوم أسلوبا معينا يشمل: إثارة سؤال أو عدة أسئلة غير معلومة الإجابة لدى التلاميذ، ومناقشة ذلك مع التلاميذ حتى تضيق المشكلة وتحدد ويبدو للتلاميذ أنهم من خلال البحث والاكتشاف يمكنهم أن يحددوا خلالها.

- اقتراح أسلوب لحل المشكلة، ويستعان فى ذلك بجمع المعلومات والبيانات اللازمة.
- استخدام كافة المصادر الممكنة من معمل أو كتب أو مقابلات، ويمكن العمل بصورة فردية أو جماعات صغيرة أو كفصل، وبعد أن يعمل التلاميذ ويكتشفوا ويجمعوا المعلومات ويلخصوها ويصلوا لنتيجة أو نتائج معينة. هذه النتائج لا تحل السؤال فيتعدد ما تثير من أسئلة جديدة تستحق الإجابة والبحث. وهكذا وبقدر ما يأخذ المدخل وقتا طويلا فى تدريس العلوم إلا أنه ذو أهمية كبرى إذا أردنا لتلاميذنا أن يتعلموا كيف يتعلمون.

والسؤال هنا هو: ما دور المعلم فى عملية التعليم باستخدام الاستقصاء؟

إن على المعلم أن:

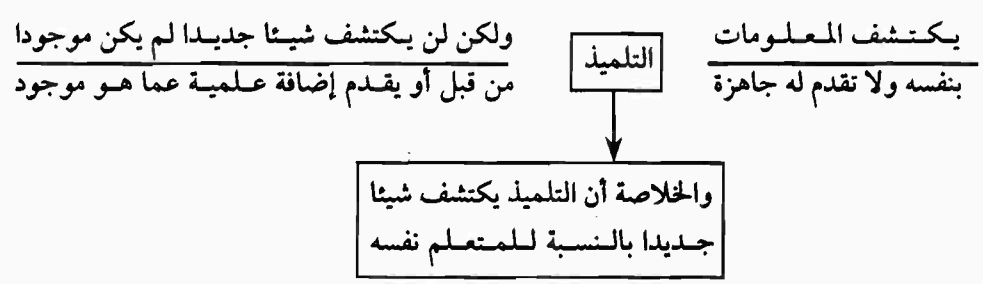
١ ـ يعد أسئلته بحيث تكون أسئلة جيدة تحفز التلاميذ للعمل.

٢ ـ يقترح أنشطة يمكن للتلاميذ القيام بها، وذلك للإجابة على الأسئلة المثارة التى تتعلق بالمشكلة موضوع البحث.

٣ ـ يعاون التلاميذ فى تحديد المشكلة وجمع المعلومات.

٤ ـ يختار المعلم الأدوات والوسائل المناسبة والكتب التى يمكن أن تغير اتجاه التفكير للوصول إلى الإجابات على الأسئلة.

دور التلميذ:



وقد يتضمن الاكتشاف هنا النواحى التالية:

١ ـ أن يفهم التلميذ العلاقات المتبادلة بين الأفكار وربط عناصر الموضوع بعضها ببعض لكى يأتى بما هو جديد.

٢ ـ أن يقارن التلميذ الآراء والحلول لمشكلة معينة أو موقف معين.

٣ ـ أن يضع التلميذ فروضا للتوصل إلى استنتاج معين.

والشكل التالى يوضح خط الاتصال بين إستراتيجيات تعليم العلوم:

إستراتيجية التدريس	العرض	الاكتشاف الموجه	الاكتشاف الحر أو الاستقصاء
دور المعلم	نشط ومسيطر	نشط/ مسهل للتعلم	مسهل للتعلم
دور الطالب	سلبى أو إيجابى	نشط	نشط

وعموما فإن بالإمكان استخدام مدخل Free Discovery or Inquiry Activites، بشرط أن يكون الطلاب قد مارسوا العديد من الدروس التى تعتمد على المدخل الكشفى الموجه ـ وبناء على ذلك فقد تعلموا كيفية مواجهة المشكلات العلمية (عمليات العلم) Processes of Science.

وأيضا اكتسبوا قاعدة علمية كافية (نواتج العلم Productd of Science) وكامتداد طبيعى فإنه يفترض أيضا أن الطلاب قد انتهوا من مرحلة استخدام المدخل الكشفى الموجه إلى المرحلة التالية وهى استخدام المدخل الكشفى شبه الموجه ـ عندئذ فإنهم يصبحون مستعدين للتعلم. فاستخدام المدخل الكشفى غير الموجه والتعاقب السابق يمكن أن يستخدمه المعلم، كما يمكن أيضا أن يحدد مدى تقبل طلابه لهذا المدخل من مداخل تدريس العلوم، بناء على ملاحظاته وخبراته.

وواقع الأمر أن هذا المدخل يختلف عن المدخلين السابقين، أى عن المدخل الكشفى الموجه والمدخل الكشفى شبه الموجه فى أن على الطلاب تحديد أو استحداث المشكلات التى يريدون دراستها، وعادة ما يتم ذلك فى المراحل الدراسية العليا، وعموما فإن المعلم الفطن ـ يجب أن يكون يقظا بالنسبة للصفوف الدراسية الأقل

Lower Grades، حيث يتوافر لبعض التلاميذ خبرات وقدرات وميول ونمو فى المهارات Skill Development.

وهناك بعض التساؤلات التى يمكن أن يوجهها المعلم لطلابه لتحديد أى المدخلين يناسبهم مثل:

١ ـ لو تركت لك الفرصة للقيام بمهام معلم الفصل وطلب منك تحديد الأبحاث والأنشطة اللازمة لتوضيح هذا المصطلح (التأكد مثلا) فما هى تلك الأبحاث أو الأنشطة؟

٢ ـ ما المشكلات التى يعانى منها مجتمعنا التى نرى أن لها الأولوية فى البحث؟

٣ ـ إذا تركت لك الحرية لاختيار موضوع من الموضوعات التالية للبحث وهى تكون: الأملاح، والضوء، والحرارة، والتلوث، وسلوك العناصر الكيميائية، ودراسة الكون.

ما هى التساؤلات التى يمكن أن تعن لك وتحب أن تبحثها سواء بمفردك أو فى مجموعة؟

٤ ـ الآن انتهيت من التجربة ـ ما التجارب الأخرى التى يمكن أن نفكر فيها وأيها تحب تنفيذه؟

٥ ـ عندما تظهر بعض المشكلات فى المجتمع (على سبيل المثال فى مصر مشكلة التلوث) أو عندما تكتشف بعض المشكلات العلمية والتى تحب أن تدرسها أو تناقشها ـ اطرحها علينا فى الصف.

٦ ـ أى أنواع قصص الخيال العلمى Science Fiction تحب كتابتها؟

وأخيرا فإن برونر يؤكد أن التعليم بالاكتشاف لا يتم إلا فى مناخ تربوى يتسم بالانفتاح، حيث تحترم الفروق الفردية ويحفز فيه الطلاب لكى يشاركوا بفاعلية فى عملية التعلم ـ ولا يتم ذلك إلا فى جو من الحرية ـ بمعنى أن معلم العلوم لا بد أن يشعر التلميذ بأنه يمكن أن يجرب ويخطئ ثم يتعلم من أخطائه دون أثر للدرجة أو المنزلة بين زملائه أو التعرض للعقاب؛ أى يجب أن يشعر الطالب بالطمأنينة والأمان لكى يبحث دون توتر (Bruner, 1961).

وكملخص لما سبق:

فإن هناك خطوات عامة تطبق عندما يكون الهدف هو التعلم بالاكتشاف وهى:

١ ـ تحديد المشكلة ويتضمن الآتى:

أ ـ أن تحدد المفاهيم والمبادئ التى يراد تعليمها للتلاميذ.

ب ـ أن تصاغ المشكلة فى صورة سؤال.

٢ ـ توضع المفاهيم والمبادئ النوعية المرتبطة بالمشكلة المراد بحثها فى قائمة.

٣ ـ توضع الأجهزة والأدوات والمواد اللازمة للدرس فى قائمة.

٤ ـ تكتب الخطوات والأسئلة التى تحدد خطوات السير فى الدرس.

٥ ـ تحدد النشاطات الكشفية للتلميذ أو التى يمكن للتلاميذ أن يقوموا بها لاكتشاف المفاهيم والمبادئ التى سبق تحديدها.

٦ ـ بعد تحديد المفاهيم والمبادئ وتزويد الطلاب بالأجهزة يسأل التلاميذ عن كيفية استخدامها لحل المشكلة.

٧ ـ يطلب من الطلاب تحديد فروضهم، ثم اختيار الفرض المناسب واختباره.

٨ ـ يسجل التلاميذ ما يلاحظونه، ويشجع الطلاب على استخدام الرياضيات فى القياس والرسوم البيانية.

٩ ـ يطلب من الطلاب تفسير النتائج.

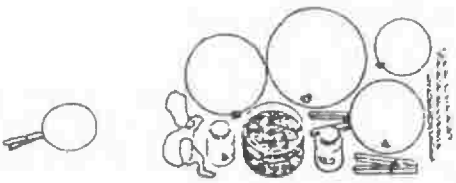
ولنا تعليق.

أخيرا فإن التعلم بالاكتشاف أو الاستقصاء يعكس تطورا إنسانيا شديد الأهمية، إذ من خلال الكشف والاستقصاء يتم انتقال الإنسان من الشخص التابع المنفذ المطيع (كما فى الطرق التقليدية) إلى الإنسان المشارك والمساهم فى صنع الحياة المجتمعية بكل تعبيراتها، ومن المنظومات السياسية القائمة على القوة إلى مبدأ الاختيار الحر ـ إن المواطنة فى عصر حقوق الإنسان ترتبط أيضا بمفهوم حرية الكشف والتعبير والتوصل إلى نتاجات شخصية. إن ذلك يعنى أن يصبح كل تلميذ/ طالب مواطنا.

أمثلة على التعلم بالاكتشاف:

مثال (١) دعوة لاكتشاف خواص البالونات:

الأدوات:



بالونات ذات أحجام مختلفة ـ مشابك غسيل ـ ماء ـ بالونات ـ أقماع صغيرة ـ شدّات مطاطية ـ أنابيب مص السوائل Straws.

أسئلة مفتوحة:

١ ـ كيف يمكن استخدام تلك البالونات كل مع الآخر؟

٢ ـ كيف يمكنك الاحتفاظ بالهواء داخل البالون؟

٣ ـ كيف يستطيع مشبك الغسيل حبس الهواء داخل البالون؟

٤ ـ كيف تستطيع باستخدام أنبوبة مص السوائل أن تسمح للهواء بالخروج من البالون؟

٥ ـ هل بإمكانك ذكر بعض خصائص البالون؟

٦ ـ سؤال للمراجعة (أخير) كيف يمكنك تعيين سرعة انطلاق البالون؟

بعض الأنشطة الممكنة:

١ ـ املأ البالون بالماء ثم أطلقه.

٢ ـ لف البالونات واثنها لعمل أشكال مختلفة منها.

٣ ـ احصل على سرعة انطلاق البالون بالسماح للهواء داخله بالتمدد من المؤخرة. لاحظ أيهما يستمر إلى مسافة أطول.

٤ ـ لاحظ كيف يمكن لمشبك الغسيل أن يحافظ على الهواء داخل البالون بسد فتحته.

٥ ـ لاحظ اختلاف زمن وجود الهواء داخل البالون باختلاف كمية الهواء داخله.

٦ ـ اجعل البالون مغلقـا ـ ضع أنبوبة مص السائل فى فتحة البالون ـ لف شريط مطاطى حول البالون والأنـبوبة ـ اسمح للهـواء بالنفاذ (بالخارج) من خلال أنبوبة مص السائل ـ ماذا يحدث للبالون؟

٧ ـ ادفع البالون بقدمك ـ ولاحظ هل يصطدم بالجدار أو السقف؟

مثال (٢): اكتشف - تأثير تغيرات درجة الحرارة فى البيئة:

الغرض: بيان أن تغيرات درجة الحرارة أحد عوامل التعرية.

المفهوم المطلوب تنميته:

تسبب التغيرات الفجائية فى الحرارة تفـتت الصخور إلى قطع صغيرة تتكون منها التربة.

المواد المطلوبة:

مقلاة ـ رخام زجاجى ـ ماء بارد ـ شمعة.

مقدمة:

- اسأل التلاميذ ما الطرق التى تعمل على تفتيت الصخر؟

  قد يجيب أحد التلاميذ (الحرارة المتغيرة).

- اسأل التلاميذ إن كان بـعضهم قد ذهب إلى أحد المعسكرات واستخدم الصخر فى إحاطة معسكرهم.

- هل جرب أحدهم صب الماء على الـنار وملاحظة ما يحـدث لبعض الصخور الساخنة؟

نشاط:

الهدف (للمـعلم): مساعـدة التلاميذ عـلى اكتشاف كـيف تؤثر درجات الحرارة المتغيرة فى الصخر؟

- اطلب من بعض التلاميذ أن يحضروا قطع رخام زجاجى لممارسة هذا النشاط (ست قطع تكفى). . ويلاحظ المعلم والتلاميذ هذه القطع للتأكد من عدم وجود أى كسر أو شرخ فيها.

- يضع المعلم خمسا منها فى المقلاة ويسخن.

- اقلب قطع الرخام وهى ساخنة فى كأس به ماء.

- اطلب من التلاميذ اختبارها بعد أن تبرد.

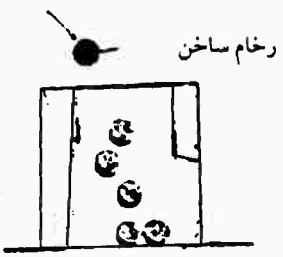
- ثم اسألهم فيم تختلف؟ (الآن بها شروخ).

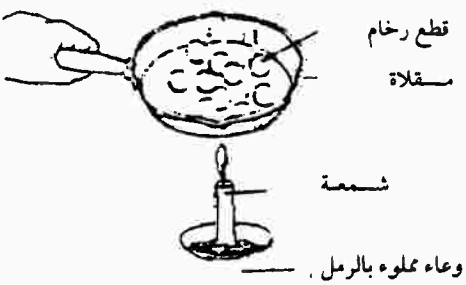
- اطلب منهم مقارنة تلك القطعة بالقطعة التى لم تسخن (مقارنة).

(تظهر هذه القطعة سليمة).

لماذا انشقت قطعة الرخام؟

(التبريد السريع سبب هذه الشروخ لانكماش الزجاج فجأة، حيث إن الزجاج يتمدد بالحرارة وينكمش بالبرودة.





- اسأل الطلاب عن وجود ارتباط بين ما شاهدوه وما يمكن أن يحدث فى الطبيعة؟

(الصخور فى الطبيعة تتمدد بحرارة الشمس وتنكمش عند هبوط درجة الحرارة فى المساء)

* يلزم الإشارة إلى ما يحدث من تغير كبير فى درجة الحرارة، وخاصة فى الصحراء مما يسبب تشقق الصخور وتعرف هذه العملية باسم «التجوية».

نتيجة التعلم:

- يحدث شرخ فى الرخام بالتغير المفاجئ فى درجة الحرارة.

- الصخور أيضا تنكسر عندما تتعرض لدرجات الحرارة المتغيرة.
- يحدث هذا النوع من التغيرات الطبيعية عن طريق التجوية غالبا، حيث توجد فروق كبيرة فى درجات الحرارة.

معلومات لمعلم العلوم:

- التجوية: هى تفتت الصخور مع بقاء الفتات الصخرى فى مكانه، أما إذا انتقل الفتات إلى مكان آخر سمى ذلك تعرية (أى أن المكان تعرى من فتات الصخور).
- يسبب الماء أيضا تفتتا للصخور، حيث إنه موجود فى شقوق الصخور ـ فعندما تنخفض درجات الحرارة يتجمد الماء فيزداد حجمه فيحدث ضغطا داخل شقوق الصخور فيؤدى إلى اتساعها، ثم يهشم الصخر.

نشاط يقوم على الاكتشاف ومكمل للنشاط السابق:

ادرس الخريطة المقدمة إليك ثم حدد:

١ ـ المناطق التى يحتمل أن يحدث فيها تفتت للصخور بفعل اختلاف درجات الحرارة.

٢ ـ المناطق التى يحتمل أن يحدث فيها تفتت الصخور بفعل تجمد الماء.

٣ ـ أى العاملين يؤثر على المناطق الصخرية فى جمهورية مصر العربية؟

إضافة للمعلم:

(١) هناك عوامل أخرى لتجربة الصخور وتفتتها مثل:

- بعض النباتات التى تنمو على الصخور، حيث تشق جذور هذه النباتات طريقها فى الشقوق الصخرية وتزيد من اتساعها.
- مياه الأمطار تحلل الصخور وتفتتها بفعل قدرة المياه على إذابة بعض الصخور بما تحويه من غاز CO_2.
- بعض الحيوانات تحفر أنفاقا داخل الصخور تؤدى إلى تهشمها.
- الإنسان عند حفره للمناجم والأنفاق وتشييده للأساسات.

(٢) الغلاف اليابس (المحيط) Lithosphere:

يشمل الأجزاء الصلبة من الأرض، والتى تتكون منها: القارات، وقيعان البحار والمحيطات، وباطن الأرض حتى مركزها.

(٣) يقسم الغلاف اليابس إلى ثلاث مناطق أو نطاقات من سطحها إلى مركزها، وهى: القشرة الأرضية Earth Cresk، ولب الأرض Earth Core، ووشاح الأرض Earth Crest.

- القشرة الأرضية Earth Crask: هى الجزء الخارجى من الكتلة الصلبة للأرض التى نعيش عليها، ويختلف سمكها على الأرض عنه تحت أعماق المحيطات (١٠) كم ويصل إلى ٥٠ كم فى المناطق الجبلية. وتسمى المادة التى تكون القشرة الأرضية بالصخر، وهى مختلفة الأنواع مثل الصخور النارية والرسوبية والمتحولة.

- تكون الصخور الرسوبية جزءا رقيقا من سطح القشرة الأرضية، أما الجزء الأكبر فيتكون من صخور نارية.

- تقسم القشرة الأرضية إلى قسمين: العلوى وهو أساس الغازات ويتكون من صخر الجرانيت، والسفلى وهو قيعان البحار والمحيطات ويتكون من البازلت.

(٤) ترتبط حياة الإنسان ارتباطا مباشرا بالجزء السطحى من الكرة الأرضية، والذى يتكون أساسا من الصخور والتربة، وقد تكون كل منها بتأثير العوامل المختلفة التى تعمل على تغيير سطح الأرض.

وقليل من هذه العناصر مثل الذهب والكربون يوجد فى الطبيعة فى حالته العنصرية (غير متحد مع غيره من العناصر)، بينما توجد أغلب العناصر متحدة مع غيرها مكونة ما يعرف بالمعدن.

(٥) يتكون الصخر إما من معدن واحد كالملح الصخرى، أو من أكثر من معدن مثل البازلت والجرانيت.

- الصخور: هى الوحدات الأساسية المكونة للقشرة الأرضية.

- المعدن: هو الوحدة الأساسية المكونة للصخور.

- الصخر: هو كل مادة طبيعية صلبة تتكون أساسا من معدن واحد أو خليط من معادن متعددة وتشترك فى بناء جزء من القشرة الأرضية.

مثال (٣): المدخل الكشفى شبه الموجه:

ملحوظة: الأقسام ١ ـ ٣ خاصة بالمعلم، والقسمان ٤، ٥ للتلاميذ.

(١) جوانب التعلم المرجوة:

* اللهب مصدر لحرارة الإشعاع.

- الماء حينما يسخن يتمدد ثم ينتج البخار بخارا.

- يمكن أن يمتص الماء كمية معقولة من الحرارة.

- لكى تشتعل المادة لا بد أن تصل إلى درجة حرارة معينة.

- درجة الاحتراق: هى الدرجة التى عندها تبدأ المادة فى الاحتراق.

(٢) المواد اللازمة:

- كوب ورقى غير مدهون بالشمع.

- حامل حلقى.

- لهب بنزن أو موقد كحولى.

- شبكة احتراق.

(٣) فرض الفروض: مناقشة قبل بدء العمل، أى قبل بدء استخدام العمل المعملى:

يفترض (١) ماذا يحدث للكوب الورقى عندما تحاول تسخين الماء فيه.

يفترض (٢) ماذا يحدث أولا: غليان الماء أم احتراق الكوب.

يفترض (٣) كيف يمكنك الحصول على كوب ورقى به ماء بحيث يحترق الكوب.

تصمم بحثا (تخطيط العمل والبحث): ماذا تعمله أو تقوم به للوصول إلى نتائج.

(٤) النشاط الكشفى للتلميذ.

العمليات:

جمع المواد: ١ ـ احصل على الأجهزة التالية: كوب ورقى غير مدهون بالشمع ـ شمعة لها حامل ـ ماسك ـ شبكة معدنية ـ ملزم حلقى Ring-stand.

يصمم بحثا: ٢ ـ ما الطرق التى يمكنك بها استخدام هذه الأدوات والمعدات لتحديد ما إذا كان بإمكانك غلى الماء فى الكوب الورقى؟

* ملحوظة للمعلم: وجه التلاميذ إلى وضع الكوب الورقى وبه ما لا يزيد على ٥ سم٣ من الماء على الشبكة السلكية ويسخن الكوب من أسفل بمصدر مناسب للحرارة كموقد بنزين أو موقد كحولى على أن يوضع الكوب بحيث يكون على بعد من اللهب (لا يقل عن ٥ سم).

توجيهات: ٣ ـ إذا لم تكن هناك طرق أخرى لاختبار فرضك ـ ركب الأدوات والمعدات السابقة كما الشكل (الذى يرسمه المعلم).

يلاحظ: ٤ ـ ماذا يحدث عندما تحاول تسخين الماء فى الكوب؟

يستنتج: ٥ ـ فكر فى سبب استخدام الشبكة والحامل هل لهما علاقة بحرارة اللهب ـ فسر ذلك؟

يستنتج: ٦ ـ لماذا تغير مستوى (منسوب) الماء فى الكوب.

٧ ـ ما تأثير الماء فى الكوب فيما يتعلق بدرجة حرارة الكوب كلما سخن؟

يتبع تعليمات: ٨ ـ سخن الكوب إلى أن يتبخر كل ما به من ماء.

يسجل: ٩ ـ سجل ملاحظاتك واستنتاجاتك الخاصة بالتجربة.

(٥) أسئلة مفتوحة النهايات:

يفترض: ١ ـ إذا أخذت قطعا من الورق والملابس والخشب أو الفحم النباتى وسخنتها، ففى أى مرحلة يبدأ كل منهما فى الاحتراق؟ ولماذا؟ (رتب تلك المواد حسب سرعة اشتعالها).

ينتقد: ٢ ـ إذا أتيحت لك فرصة إعادة التجربة السابقة مرة أخرى، فماذا يمكنك أن تفعل لتحصل على نتائج أفضل؟

يفترض: ٣ ـ هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استخدمت كوبا معدنيا؟

يفترض: ٤ ـ هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استخدمنا لهبا أقوى؟

يفترض: ٥ ـ هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استبدلنا الماء بسائل آخر فى الكوب كالمياه الغازية أو محلول ملحى.؟

يفترض: ٦ ـ كيف تختلف النتائج إذا كان الكوب محميا من أعلاه بدلا من حمايته بشبكة سلكية؟

يصمم بحثا: ٧ ـ ما التجارب الأخرى التى يوحى بها إليك هذا النشاط البحثى؟

* لاحظ أن التلاميذ لم يقترحوا المشكلة أو موضوع البحث أصلا فضلا عن أن المعلم أمدهم بتوجيهات.

مدخل الاستقصاء المفتوح:

يختلف الاستقصاء المفتوح عن الاستقصاء الموجه فى أن الأنشطة العلمية غير مخطط لها سابقا.. ولكنها عادة تبدأ من نقطة يميل إليها التلميذ.. والتى قد تظهر فجأة أو يوصل إليه المعلم من مناقشته لتلاميذه.

ودور المعلم هو أن يتيح لتلاميذه/ لطلابه المصادر اللازمة والأدوات، ولا يكتفى بذلك، بل إنه قد يكون مصدرا لإثارة عدد من التساؤلات التى تبدأ موجهة أو يوجه التلاميذ إلى مصادر المعلومات المطلوبة، إذ إن الاستقصاء المفتوح أساسه هو دفع التلاميذ لكى يقوموا بعمليات البحث بأنفسهم. ولكن عندما يلاحظ المعلم ضعف الميل أو عدم وجود مثابرة فإنه يقوم بتجديد حفزهم وتوجيههم. وحتى يحافظ على روح البحث واستمراريتها، فإنه يقترح أنشطة جديدة وضرورية.

ومن وجهة نظر معينة يمكن القول أننا أحيانا نستخدم الاستقصاء الموجه لبدء الاستقصاء المفتوح، إذ ربما يبدأ الفصل بموضوع ما ولكنه سرعان ما يبدأ فى تعقب موضوعات متشعبة، والتى يمكن للمعلم فى النهاية أن يسيرها فى اتجاه واحد، والجدير بالذكر أن مدخل الاستقصاء الحر يحتاج إلى معلم متمكن من المادة العلمية ومدرب تدريبا عاليا.

ومن الأشياء الهامة التى يجب ذكرها هنا:

أن تحقيق أهداف تدريس العلوم لعملية الاستقصاء مثلا يتطلب أن يكون كتاب التلميذ ذاته متمشيا مع أساليب تحقيق هذه الأهداف، بمعنى أن يسمح أسلوب كتابة ومعالجة المعارف والمعلومات أن ينمى فهمه ومفهومه لطبيعة العلوم، ويساعد على اكتساب مهارات البحث المنظمة. وهناك أسلوبان متبعان فى كتب العلوم:

(١) أسلوب الاستنتاجات النهائية.

(٢) الأسلوب الاستقصائى.

والاختلاف بينهما يظهر فى طريقة الوصول إلى الاستنتاج العلمى، فعلى حين يضع الأسلوب التقليدى الاستنتاجات العلمية فى صورة صماء منهية لتعبر عن المادة المعرفية المنظمة، فإن الأسلوب الاستقصائى يطور استنتاجاته بدقة مستندا إلى الدليل الذى أتاحته عمليات الاستقصاء المتعددة.

ومن ثم فإن استخدام الأسلوب الاستقصائى فى عرض الموضوعات التى تكون فى كتاب التلميذ يقدم فرصا لكل من المعلم والتلميذ، إذ عن طريق الانتقال من فكرة إلى أخرى تظهر اتجاهات متسقة تنمى التفكير المتشعب **Divergent Thinking** والإبداع وتجعل معلم العلوم أكثر فاعلية.

مشكلات الاستقصاء والاكتشاف:

لا توجد إستراتيجية كاملة المزايا وتخلو من أى أوجه القصور، وينطبق هذا القول على إستراتيجيات الاستقصاء والاكتشاف، ومن المهم لمعلم العلوم أن يعرف مزايا كل إستراتيجية وأوجه قصورها أيضا. وبالتالى يمكنه ابتكار الأساليب التى يستخدمها للتوصل إلى أفضل نتائج ممكنة من استخدام هذه الإستراتيجيات، وفيما يلى أبرز مشكلات استخدام إستراتيجيات الاستقصاء والاكتشاف:

١ - **الوقت:**

مشكلة رئيسية تواجه المعلم والطالب هو ما تتطلبه هذه الإستراتيجيات من وقت وترتيب مسبق.

٢ - **المعلم:**

* كثير من معلمى العلوم لا توجد لديهم مهارات استخدام إستراتيجيات الاستقصاء والاكتشاف، وكثير منهم يجد صعوبة فى الاستجابة لسيل الأسئلة الذى يوجهه التلاميذ لهم، وأحد أسباب المشكلة بالنسبة لمعلم العلوم يعود إلى إعداده المهنى، حيث لم يتدرب على أساليب البحث والاستقصاء والاكتشاف، وبالتالى فإنه يفتقد المهارات الضرورية للبحث.
* يجد المعلم أنه مضطر لإعداد التلميذ/ الطالب للامتحانات، وللانتهاء من المقرر فى الوقت المحدد، ولذلك فإن المعرفة هى الأهم، وبعدها تأتى مهارات البحث. وغالبا ما يتجنب واضعو الاختبارات مهارات البحث العلمى.
* لا يجد معلمو العلوم المواد والأجهزة والمعدات الضرورية لتدريب الطلاب على البحث العلمى، وإن وجدت لا يجد المعاونة المطلوبة من أمين المعمل أو المعلم الأول.
* يجد معلم العلوم صعوبة فى اختبار الطلاب وتقدير مدى تقدمهم، إلا أن المعروف أن هناك درجات توضع لمن يجيب إجابة واحدة فى ذهن المعلم ولا تخرج عن معلومات الكتاب المدرسى عادة.

٣ - **التلاميذ:**

* يجد أغلب التلاميذ أنهم فى حيرة، وقد تمتد وتصبح فوضى، فليست لديهم تعليمات محددة يمكنهم تنفيذها، ولا يستمتع بالعمل إلا أكثر التلاميذ إبداعا.
* بالنظر إلى الصعوبة التى يواجهها أغلب التلاميذ فى العمل، فإنهم يلجأون إلى التصرف على نحو يؤدى إلى افتقاد النظام بالصف، كما يذكر بعض المربين، وقد يعاقب المعلم التلميذ أو يعنفه.
* يخشى التلاميذ من عدم دقة التقويم لأنه لا توجد نتائج محددة يمكن تقديرها بدقة، وحيث اعتاد المعلمون والطلاب على الوصول إلى نتائج محددة مسبقا.

* يحـذر أستاذ التربية جلنيرر من الإفـراط فى النشاط القائم على الاستقصاء مع اكتساب أخطاء خلال التعلم، ويؤكد أنه يـنبغى أن يسيطر المعلم على الموقف التعليمى ليقلل من أخطاء التلاميذ وإحساسهم بالفشل، وهو ما يمكن أن يوثر فى تعلمهم.

ومن جـهة أخرى رأى روبـرت جانيـيه (١٩٦٨) أن التوجـيه فى أثناء اسـتخدام مـدخل الاكتشاف يمـكن أن يختصـر من وقت التعلم، ويـحسن النتـائج، وكان يشجع المعلمين عـلى طرح الأسئلة ليقـود التلاميذ فى التنفـيذ، ولكن مع تجنب إعطاء الإجابة التامة، فينبغى ألا يكشف المعلم للتلاميذ كل النتائج.

وبالمثل يعتقد وتروك **Wotrec** (١٩٦٨) أن التوجيه فى التعلم بالاكتشاف يمكن أن يقلل من الأخـطاء، ومن الوقت بتقديم بـعض المعلومات شفـويا. ويرى أن التقليل من دور المعلم فى التعليم بالاكتشاف يؤدى إلى مـشكلات. ويمكن أن يوجه المعلمون تفكير التلاميذ بكفاءة عن طريق التفاعل اللفظى.

* وبالنسبة للتعلم باستخدم المواقف المثيرة أو المحيرة أو الأحداث المتناقضة فجميع أوجه النقـد التى يمكن أن توجه له هى نفس أوجه النقد التى توجه إلى التعلم بالاسـتقصاء أو التعليم بـالاكتشاف الموجه. كما أنهـا جميعا تشترك فى نفس المزايا.

* غير أن من أهم مزيـا إستراتيچـية التعلم بـاستخدام المواقف المـثيرة المحيرة أو الأحداث المتناقضة هى أنها تولى أهمية خاصة لاختيار الموقف وشروطه.

مثال:

- املأ كوبا بالماء.
- يمكن أن تترك جزءا مملوءا بالهواء.
- ضع عليه ورقة سليمة مستوية بدون أية كسور.
- يفضل أن تكون أطراف الورقة مبللة قليلا.
- تأكد من ملامسة أطراف الورقة لحافة الكوب.
- اسأل الأطفال. ماذا تتوقعون إذا قلبت الكوب؟

- سوف يتوقع كل الأطفال أن الماء سينسكب، إلا إذا كان قد جرب أحد الأطفال ذلك، أو شاهد هذه التجربة من قبل.

- اقلب الكوب بسرعة ويدك تسند الورقة.

- اسحب يدك من تحت الورقة.

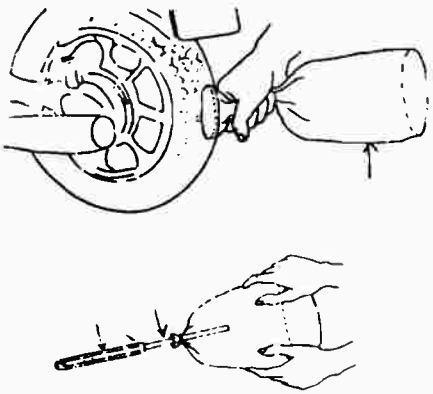
مثال:

الغازات التى توجد فى الهواء الملوث.

١ ـ الفقرة: طريقة مبسطة لفحص الغازات التى توجد فى الهواء الملوث.

٢ ـ الهدف: الكشف عن الغازات التى تلوث الهواء باستخدام مواد رخيصة التكاليف.

٣ ـ رسم تخطيطى:



٤ ـ المكونات:

- ٣ أكياس بلاستيك سعة ٢٥٠ سم^3.

- أنبوبة زجاجية من الزجاج أو البولى إيثيلين بطول ٣٠ م والقطر ١٠مم.

- ٢ أنبوبتا زجاج سعة ٥ مللى.

* المواد: هدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$:

٥ ـ الإجراءات:

(١) أمسك أحد الأكياس بطريقة تمكن من جمع كمية من الغازات التى تخرج من عادم دراجة بخارية.

(٢) ادفع إحدى الأنبوبتين (الطول ٣٠مم، والقطر ١٠مم) فى فوهة الكيس السابق مع ملاحظة معالجة الفوهة؛ لكى تنطبق بإحكام على طرفى الأنبوبة ويمكنك استخدام قطعة خيط حرف (أستيك) صغيرة.

(٣) ضع قليلا من محلول هدروكسيد الكالسيوم (ماء الجير) فى أنبوبة صغيرة (٥ مللى) ثم اسمح بخروج الغاز ببطء على شكل فقاقيع لكى تمر خلال محلول ماء الجير، تلاحظ تعكر ماء الجير.

اترك الفرصة لتلاميذك كى يكتبوا استنتاجاتهم.

ملحوظة: قد يحتاج الأمر لكى يتدفق الغاز على شكل فقاعات فى محلول هدروكسيد الكالسيوم، والضغط على الكيس بشكل ما.

التعلم بأسلوب حل المشكلات:

عزيزى معلم العلوم:

إن أول ما يواجهنا فى أى مشكلة هو أنها غالبا ما تمثل ضربا من الغموض، وعدم الانتظام، أو ما يمكن تسميته خليطا من عدم الوضوح، وخليطا من الأفكار المشوشة وإن كان تنظيم هذا الخليط من الأفكار ليس مستحيلا وذلك من خلال:

- جمع الحقائق المتصلة بالمشكلة.
- تحديد المشكلة تحديدا دقيقا.
- التفكير فى الحلول المختلفة لها.
- اختيار الحل الملائم.
- اختيار فعالية الحل الملائم وتقديم مبررات مقبولة أو رفضه لحل نهائى للمشكلة فى ضوء النقد الموضوعى له.

ويعرض هذا الموضوع لأسلوب حل المشكلة أو أساليب حل المشكلة، وفى هذا الصدد ولكى يصل إلى ما يسمى بحل المشكلة الإبداعى، فإنه يلزم أن يجيب المعلم عن الأسئلة التالية:

١ ـ ما الإستراتيجيات الملائمة التى تساعد الطلاب فى الحصول على أفكار للمشكلة مناسبة.

٢ ـ كيف يمكن للطلاب اختبار فروضهم وتحديد الفروض غير الضرورية؟

٣ ـ هل لا بد من تقييم الأفكار حتى آخر فكرة تم توالدها؟

٤ ـ هل يمكن لحل المشكلة من استخدام التشابهات؟

٥ ـ هل هناك إستراتيجيات تساعد فى انتقاء وتنفيذ الأفكار؟

٦ ـ هل هناك ميسرات لحل المشكلات.

٧ ـ هل يمكن للطلاب أن يحسنوا من مجهوداتهم الإبداعية ويتوسعوا فى الأفكار؟

ونوجه النظر هنا إلى أن اختبار صحة الفروض الموضوعة لحل المشكلة، يمكن أن يتم بطريقة مباشرة عن طريق الملاحظة أو التجريب أو غير مباشرة عن طريق التشابه الجزئى (Analogy) على ما تم اختباره من قبل.

إن طريقة التعامل مع المشكلة البحثية وما يستلزم من حل المشكلات تتطلب: تحديد السؤال البحثى وصياغته، وجمع المعلومات، والاستعانة بالصيغ الرياضية والقياسات، وطريقة وخطوات إجراء التجربة، وضبط المتغيرات، وعرض النتائج، واستخلاص البيانات فى شكل رسوم بيانية.

والجدير بالذكر أن هناك فروقا بين الفروض التى يمكن اختبارها وضعيا، والفروض التى يمكن اختبارها كميا.

حل المشكلات:

المقدمة:

إن أكثر السمات المميزة للإنسان عن سائر المخلوقات هو أنه فريد فى قدرته على حل المشكلات، ويمكن أن تعود نسبة كبيرة من تقدم البشرية إلى هذه القدرة المنفردة للإنسان على حل المشكلات، وحل المشكلات لا يمثل فقط نشاطا حرجا فى تقدم الإنسان أو حتى فى استمرارية الحياة ذاتها، بل هو أيضا نشاط فى غاية الإثارة. إن الكثير من أنشطة وقت الفراغ مثل الألعاب والمباريات والأحاجى والمسابقات هى فى واقع الأمر اختبارات ممتعة للقدرة على حل المشكلات.

ويرى وليم عبيد: أن الإنسان يعتبر فى موقف مشكل عندما يجتذب إلى هدف معين وتتكون لديه دافعية كبيرة لتحقيق هذا الهدف، وفى الوقت نفسه تكون هناك عوائق وإحباطات تحول دون بلوغه لهذا الهدف، فهو قد يحاول التقدم نحو هدفه، ولكنه يجد نفسه بعيدا عن الوصول. وإذا فترت رغبة الشخص فى حل المشكلة فهو يتقهقر ويتوقف عن المحاولة، غير أنه إذا لم يستسلم فإنه غالبا ما يختبر عدة فروض أو تخمينات يضعها. فإذا قاده أحد هذه الفروض إلى النجاح فإنه يثاب ذاتيا بشعور داخلى بالانتصار والابتهاج والفخر كنتيجة لهذه الخبرة الناجمة، فإنه غالبا ما يقبل التحدى مرة أخرى ويواجه المشكلات بعد ذلك بثقة أكبر.

ويرى «بل Bill»: أن الموقف يمثل مشكلة لشخص ما إذا كان على وعى بوجود هذا الموقف ويعترف بأنه يتطلب فعلا ما. ويرغب أو يحتاج إلى القيام بإجراء ما ويقوم به ولا يكون الحل جاهزا فى جعبته.

ويرى محمود شوق: أن المشكلة غالبا ما تكون فى صورة مسألة رياضية فكل تمرين أو مسألة أو رسم شكل هندسى أو إدراك علاقة رياضية يعتبر مشكلة ما دام التلميذ عنده دافع لحل التمرين أو المسألة أو رسم الشكل الهندسى أو إدراك العلاقات، وما دام الموقف فيه خبرة للتلميذ.

أما «ليستر Lester»: فيعرف المشكلة بأنها موقف مشكل يستدعى من خلاله قيام الفرد أو مجموعة أفراد ببعض الأنشطة، حيث لا تكون هناك طريقة سهلة مباشرة للوصول إلى حل لهذا الموقف المشكل.

ويؤكد «كرونباخ Cronbach»: على أن ما يعتبر مشكلة بالنسبة للبعض قد لا يعتبر كذلك بالنسبة للبعض الآخر بقوله إن سؤالا مثل: أوجد مجموعة س فى المعادلة أس + ب ص = جـ. لا يعتبر مشكلة بالنسبة للشخص الذى يعرف الجبر حيث إنه سوف يصل بسهولة إلى مجموعة الحل للمعادلة، بينما يعتبر هذا السؤال مشكلة بالنسبة للشخص الذى لا يعرف كيف يحل المعادلات، حيث إن مثل هذا الشخص لا يمكن استخدام سلوكه المعتاد لحل المعادلة إلا إذا قام بالتفكير فى القواعد والأساليب الرياضية المتعلقة بموضوع المعادلات وحاول تطبيقها واستخدامها بطريقة غير مباشرة لإيجاد حل المعادلة.

ويؤكد «روفليز Rovles»: أن اصطلاح مشكلة مشتق من الكلمة الإغريقية (Problema) والتى تعنى «شىء ما يتم قذفه للأمام»، ولذلك فهم يعرفون المشكلة بأنها

سؤال يثار للاستفسار والاهتمام ثم الحل. . . وهو بمثابة مصدر حيرة وإرباك للمستمع أو القارئ، وعلى ذلك فالسؤال لكى يكون مشكلة يجب أن يكون محيرا. ومن الطبيعى أن السؤال قد يكون محيرا لشخص ما ولا يكون كذلك لشخص آخر فمساحة المثلث مثلا لم تعد مشكلة للكثيرين منا ولكنها مشكلة مثلا لأطفالنا الصغار.

والملاحظ على ما سبق أن موقفا ما قد يكون مشكلة لشخص معين بينما قد لا يكون كذلك بالنسبة لشخص آخر، فردود فعل الشخص نفسه تجاه الموقف المعين هى التى تحدد فيما إذا كان هذا الموقف مشكلة أو غير مشكلة بالنسبة له. أى أن موقفا ما يكون مشكلة بالنسبة لشخص معين عندما يدرك هذا الشخص أن هذا الموقف يمثل مشكلة يرغب فى حلها ولكنه غير قادر على ذلك مباشرة، ولذلك يبدأ فعلا فى تكوين المحاولات الجادة والواعية لحلها، وعلى هذا الأساس فإن المشكلة فى الرياضيات هى مشكلة حلها يتطلب استعمال شىء من الرياضيات.

مفهوم حل المشكلة:

يحتل حل المشكلة موقعا بارزا فى التعلم، إذ يضع جانييه (Gagne) حل المشكلة فى قمة التعلم الهرمى باعتباره أعلى صور التعلم وأكثرها تعقيدا، ويعتمد على تمكن الفرد من المهارات المعرفية الأدنى، ويتفق معه أزوبل (Ausubel) فى النظر لحل المشكلة على أنه أعلى صور النشاط المعرفى وأكثرها تعقيدا.

وتعرف «كانتوسك Kontowsk»: حل المشكلة بأنها عملية (Process) وهذه العملية تتضمن فئة من السلوكيات أو الإجراءات أو الأنشطة المسئولة عن توجيه الفرد للوصول إلى الحل.

ويعرف «كريلك، وريدنيل Krulik & Rudenil»: حل المشكلة بأنه عملية (Process) وهذه العملية تتضمن مجموعة الوسائل التى بواسطتها يستخدم الفرد المعرفة المكتسبة مسبقا والمهارات وذلك لتحقيق ما يتطلبه موقف غير مألوف المشكلة.

ويعرف «جانييه Gagne»: حل المشكلة بأنه عملية يقوم بها الفرد المتعلم باكتشاف تركيب معين لمجموعة من القواعد والقوانين التى سبق تعلمها، ثم إمكانية التطبيق لحل مشكلات أخرى فى مواقف جديدة.

ويعرف أحمد أبـو العباس: حل المشـكلة بأنه عمليـة عامة أوسع من مجرد حل مسألة مـعينة على موضوع معـين، وإنما هى طريقة تفكيـر عامة تستخدم فى حل جميع المسائل بصرف النظر عن نوع المسائل.

وتعرف نظلة خـضر حل المشكلـة بأنه: الوصول إلى المطـلوب عن طريق تطبيق القواعد والحقائق والقوانين والعلاقات التى يعرفها الطالب على المعلومات المعطاة.

والملاحظ على هذه التعريفـات لحل المشكلة أنها جميعا تتفق على أن حل المشكلة هو عملية عقلية تتطلب من الفرد القيام بمجموعة من الإجراءات أو السلوكيات للوصول إلى الحل ويطـلق على هذه الإجراءات مهارات حل المـشكلة، وبناء علـيه يمكن استنتاج تعريف إجرائى لحل المشكلة بـأنه: عملية عقلية تتـطلب من الطالب القيام بمجموعة من الإجراءات أو الـسلوكـيات أو الخطوات مـثل تحديد جوانـب المشكلـة فى صورة معطى ومطلوب، واستخدام المعلومات السابقة وربطها مع المعلومات المعطاة فى المشكلة ومناقشة البرهان بالطريقة التحليلية وكتابته بالطريقة المنطقية، ويطلق على هذه الإجراءات مهارات حل المشكلة.

أما «برانكا Branca»: فيرى أن اصطلاح حل المشكـلة قد يراه البعض أنه هدف نسعى إلى تحقيقه من تدريس العـلوم، ولذلك يجب أن نعمل على تنمية قدرات تلاميذنا على حل المشكلات، بيـنما ينظـر إليه البعض الآخر على أنه عـملية يتمـكن بواسطتها الـطلاب من تذليل العقـبات العلمـية التى يواجهـونها، أى أن الفرد يـقوم بخطوات أو أنشـطة أو إجراءات ويتبع أسـاليب ومسارات تـفكيرية مـعينة لـكى يصل منها إلى حل يعرض عليه من مشكلات، بـينما ينظر إليه آخرون على أنه مهـارة يتم تعليمها للتلاميذ لكى تصبح بمـثابة سلـوك لهم يقتـدون به فيما بـعد، أى أنه يجب التـركيز على طرق وأساليب الحل التى ينبغى تعليمها للتلاميذ.

إستراتيجية مواجهة التلاميذ بالمشكلات:

إن معـظم جهدنا فى الفصل الـدراسى يجب أن يكون موجـها نحو أسلوب حل المشكلات ـ ويـرى ولفنجر (Wolfinger, 1984) أن معلم العـلوم يجب أن يكون كل شاغله هو تصمـيم بيئة فيزيقية تسمح للتلاميذ بحل مشكلات معينة مختارة بعناية بهدف الحصول على جزء من معلومات محتوى معين. واختيار المعلم هنا يجب أن ينصب على اختيار مشـكلات شبيهة بالمشكلات الحياتية التى يفترض أن هؤلاء التلاميذ سيصادفونها،

على اعتبار أن تلك الحلـول يمكن أن تتطابق مع حلول مشكلات الحياة أو عالم التلميذ/ الطـالب، وعلى ذلك فإن مهارات وإستراتيجيات حل المـشكلة يجب ألا تترك للصدفة، بل يـجب أن تتضمـن برامج العلـوم (الفيزيـاء ـ الكيمـياء ـ علوم الحـياة) مهارات حل المشكلة كجزء منها بدءا من المرحلة الابتدائية بل ومرحلة ما قبل المدرسة.

إستراتيجيات حل المشكلة:

تتضمن إستراتيجيات حل المشكلة المهام التالية:

١ - إجراءات الحل (البحث) Heuristics:

تنـسب تلك الإجراءات إلى وسائل حـل المشكلـة والتى يقدرهـا الأفراد، فالفرد يخطط لخـطوات (وقائع متتـابعة والتى يمـكن أن تنتهى بالـتوصل إلى الحل، ويتبع هذا التتابع ـ تعديلها).

إذا كان ضروريا ـ لحين الوصول إلى الحل ـ وفى بعض الأحيان يأخذ هذا المدخل التنقيبى Hieuristic Approach شكل المحاولة والخطأ.

٢ - الخوارزميات Algorithms:

تعد الخوارزميات من ناحية أخرى إستراتيجية مبرمجةProgrammed Strategy، والتى تنتهى دائما بالتوصل إلى الحل الصحيح ـ وكمثال لذلك الصيغ التى تستخدم لحل المسائل العددية فى الحساب أو تطبيق صيغة قانون آدم V = I × R (ح = ت × م).

أو قانون كيروشوف الثانى:

مج قم جبريا = مج ت × م جبريا.

مجموع القوة الدافعة جبريا = مجموع ت × م فى كل جزء من الدائرة.

تعليمات لمعلم العلوم لكى ينمى مهارة حل المشكلات لدى طلابه:

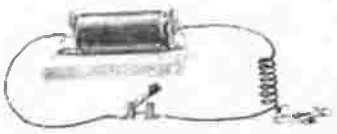
١ ـ اعرض أشكالا متنوعة للمـشكلات ذات مداخل مختلفة واطلب من طلابك الاشتراك فى الحل بـفاعلـية، إن ذلك يوفر لـهم مرونة فى سـلوكيات حل المشكلة.

٢ ـ علم طلابك وضع مخطط لحل المشكلات ـ يشبه مخططات الطرق التجريبية وحتى يكتسبوا إستراتيجية عامة يمكن أن تستخدم، كما يمكن أن تعدل لتقابل المواقف المتنوعة.

٣ ـ اجعل الطلاب يكتبون مذكرات أو تعليقات تتبادل المعلومات وثيقة الصلة بموضوع المشكلة وأيضا الأشياء غير المتناغمة أو المتنافرة والتى لا تنتمى إلى مسار حل المشكلة. وأيضا اجعل الطلاب يتعرفون المعلومات التى جمعوها بأفكارهم الخاصة عن المتن والمشكلة.

٤ ـ اجعل الطلاب يعممون من خلال المشكلات ـ مع تحليل نوعية المشكلة، يبحثون عن المشابهات Anologies مع محاولة تحديد بنية المشكلة بدلا من البحث فقط عن التفصيلات.

٥ ـ اسمح بإعطاء وقت للمناقشة، والتجريب، وإعطاء انطباعات عن المشكلات، وإستراتيجيات حل المشكلة.



٦ ـ استخدام الأشياء المحسوسة، والنماذج، والأشكال التخطيطية، واللوحات والجداول، والرسوم البيانية كمعينات لحل المشكلة.

٧ ـ أعط الفرص لطلابك لكى يختبروا الحلول التى يضعونها للمشكلات أو يضعونها موضع التنفيذ.

٨ ـ استخدم الكلمات المألوفة عند صياغة المشكلات.

إن ذلك يسهل على الطلاب اختيار المحتوى المعرفى المناسب لبدائل حل المشكلة ويؤدى بهم إلى فهم أفضل لاستخدامات العلم فى حل المشكلات اليومية Burns (1982).

أسلوب تنفيذ إستراتيجية مواجهة التلاميذ بالمشكلات:

هذه الإستراتيجية تستخدم لمواجهة المشكلات التى ترتبط بالمجتمع أو بحاجات التلاميذ، وتتميز هذه الإستراتيجية بأنها تحقق إيجابية الطلاب، وتسمى فى بعض الأحيان بالطريقة العلمية، وتستخدم لتتوصل إلى حقائق أو نتائج أو حلول ويعتمد تنفيذها على الخطوات التالية:

١ ـ تحديد المشكلة. ٢ ـ جمع البيانات والمعلومات عن المشكلة.

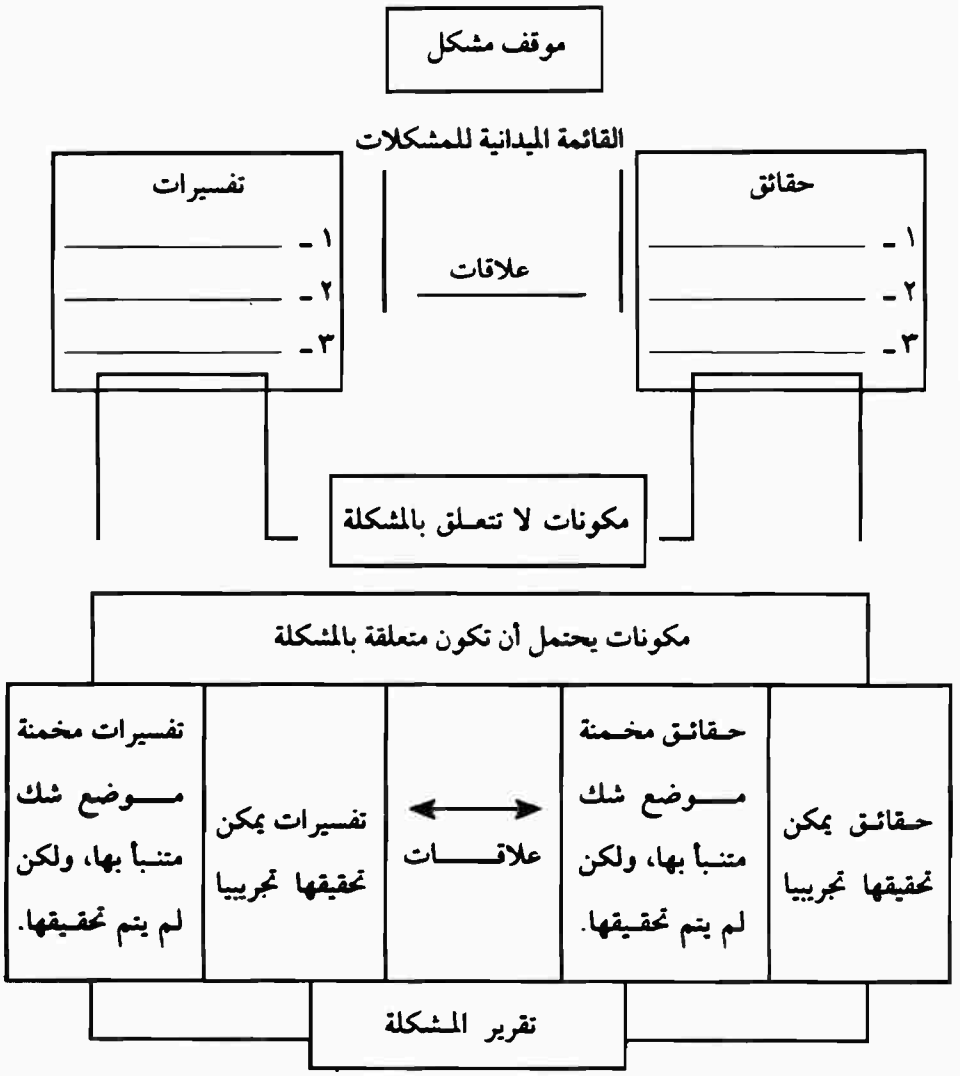
٣ ـ تصنيف المعلومات والبيانات وترتيبها ووضعها فى قوائم.

٤ ـ عرض وتقديم المعلومات. ٥ ـ الوصول إلى نتائج الخطوات السابقة.

٦ ـ التعرف على الآثار المترتبة على النتائج.

٧ ـ اختبار الحلول الممكن تنفيذها لحل المشكلة.

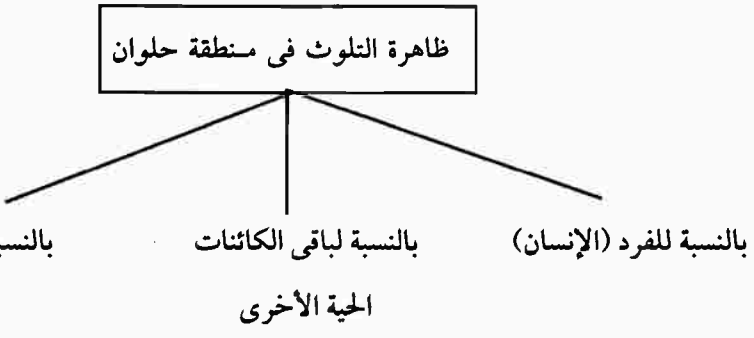
ويوضح الشكل التالى تصورا لكيفية الوصول إلى حل موقف مشكل



وفيما يلى شرح مفصل لطريقة مواجهة التلاميذ بالمشكلات:

(١) تحديد المشكلة:

يتطلب تحديد المشكلة أن تحلل بنيتها أو تصنف أى أنشطة تتصل بها ـ فيمكن مثلا عند بحث آثار تلوث منطقة حلوان على سكان المنطقة أن تقسم هذه الآثار تبعا للتالى:



ويستخدم المعلم عادة أسلوب المناقشة والحوار، كما يمكن الاستعانة بالخبراء أو أولياء الأمور أو المتخصصين، ومن وجهة النظر التربوية فإن هذه الخطوة مهمة والسبب هو أنها البداية العلمية لمواجهة مشكلات البيئة بل ومشكلات التلاميذ أيضا.

إن ذلك يمثل دعوة لهم لإعمال فكرهم لمحاولة إيجاد الحلول المناسبة للمشكلات البيئية مثلا وغيرها من المشكلات المعروضة فى سياق مقررات العلوم ـ ويتبع ذلك تعويد التلاميذ / الطلاب على اتخاذ القرارات بشأن المشكلات. ومن المهم هنا أن يتناول المعلم المشكلة بأسلوب علمى، أى يفند المشكلة قبل طلب الحلول من الطلاب والسبب هو أن مستوى المشكلة يجب ألا يتخطى مستوى قدرات التلاميذ/ الطلاب.

٢ - جمع البيانات والمعلومات عن المشكلة:

وتتضمن المعلومات المتعلقة بالمشكلة بعض المكونات المعرفية والوجدانية مثل حقائق علمية عن الضغط الجوى، والتلوث، وانتشار أنواع من الأمراض واتجاهات السكان (المجتمع) تجاه ظاهرة التلوث مثلا أو الأتوماتية وأنماط سلوكية وتقاليد ومهارات سائدة داخل البيئة المحلية مما يشكل تأثيرات ضارة على البيئة. وعموما فإن جمع المعلومات المطلوبة عن المشكلة يمكن أن يتم بطرق مباشرة. مثال ذلك:

- عمليات الملاحظة.
- الرجوع إلى الكتب والنشرات والتقارير ومراكز البحوث (علمية - بيئية).

٣ - مرحلة - جدولة المعلومات ووضعها فى قوائم (التصنيف):

وهى مرحلة مهمة تساعد على معاونة الدارس على اكتشاف العلاقات والربط واستنتاج الحقائق، ويتبع ذلك التنبؤ أو التوصل إلى مجموعة من الحلول التى قد تتطور وتساعد فى إصدار الحكم أو القرار.

٤ - عرض المعلومات:

يتم تحويل بيانات كل جدول إلى رسوم بيانية متعددة ومتنوعة حسب طبيعة الحقائق والمعلومات، وقد تتضمن تلك الرسوم التمثيل بالأعمدة (مستوى أقل) يلى ذلك الخطوط والمنحنيات البيانية.

وقد يلجأ معلم العلوم إلى عرض المعلومات بوضعها فى دوائر أو مربعات... إلخ.

٥ - ذكر النتائج:

عند فحص البيانات واستعراضها يمكن للتلاميذ استخلاص النتائج، والخطوة المهمة هنا هى محاولة ربط تلك النتائج بأسبابها وتسجيلها، بحيث يكون هناك استنتاج مرتبط بتلك البيانات.

٦ - تحديد الآثار (التوابع):

هنا يقوم الطلاب بتحديد الآثار المترتبة على النتائج وتحليلها، وهذه الخطوة تحقق الاشتراك الفعال للطلاب، حيث إن التفكير فى الآثار التراكمية للظاهرة يبرر جانب التنبؤ والحكم بالإضافة إلى التعرف على الآثار المترتبة أو التى يمكن أن تنجم.

٧ - تقديم الحلول الممكنة:

تقدم هذه الخطوة على اقتراح الحلول الصالحة للعلاج - ويؤكد ذلك جانب التعلم المهارى والانفعالى، بالإضافة إلى خطوة اتخاذ وصياغة القرار.

تدريب التلاميذ / الطلاب على مهارات أسلوب حل المشكلات:

أ - إثارة المشكلة:

إن إثارة المشكلة تأتى كناتج للشعور بالمشكلة، وهو أول خطوات مدخل حل المشكلات، وقد يكون هذا الشعور نتيجة لملاحظة عارضة أو لمشكلة ملحة أو بسبب نتيجة غير متوقعة لتجربة.

وينبغى عند اختيار المشكلة التى تكون محورا للدرس وضع بعض الشروط مثل:

- أن يحس التلاميذ بأهميتها، وقد يقتضى هذا من المعلم أن يبذل جهدا فى توضيح هذه الأهمية.
- أن تكون فى مستوى التلاميذ وتتحدى قدراتهم.
- أن ترتبط بأهداف الدرس بحيث يكتسب الطلاب خلالها معارف ومهارات واتجاهات وغيرها من أوجه التعلم المرغوبة من الدرس.

مثال ذلك: بدأ المعلم الدرس بغمر أحد أطراف قلم أو قضيب من الحديد أو الزجاج فى كوب به ماء ـ ثم تطلب من أحد الطلاب محاولة إخراج القلم من الماء ببطء، نلاحظ تعلق سطح الماء بسطح القلم ـ ويسأل المعلم الطلاب؟

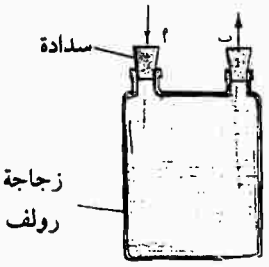
ماذا يعنى ذلك؟

كذلك يوجه المعلم نظر الطلاب إلى ظاهرة تراكم ذرات الغبار والأتربة فوق سطح حوض به ماء ترك عدة أيام مكشوفا للجو دون أن تأخذ الأتربة طريقها نحو باطن السائل؟

ثم إذا لامس الصابون هذا السطح تتباعد ذرات التراب عن المركز.

وقد يلجأ المعلم إلى وسائل مختلفة منها أسلوب العرض العملى.

مثال ذلك:



- يحضر المعلم زجاجة كما بالشكل، ثم يسد فوهتها بسدادتين أ، ب.
- يطرق على السدادة (أ) طرقة قوية باليد ويطلب من الطلاب تعليل المشاهدة.

ويتوصل المعلم معهم بعد ذلك إلى أن ما حدث هو أحد تطبيقات قاعدة «بسكال».

ب - تحديد المشكلة:

إن الهدف من هذه الخطوة هو تحديد المشكلة لإبراز عناصرها، وحتى لا يحدث تداخل بينها وبين أى مشكلة مشابهة. ومن المعروف أن كل مشكلة من المشكلات يمكن

تحليلها إلى عدد من العناصر أو المشكلات الجزئية تمهيدا للتفكير فيها والوصول إلى الحل المناسب للمشكلة الرئيسية التى تتألف منها.

ويستدعى ذلك من المعلم وضع الأسئلة التى سيتناولها بحث هذه المشكلة.

فعند تناول مشكلة اندفاع الراكب إلى الأمام عند وقوف السيارة فجأة يجب أن يأخذ فى الاعتبار أسئلة أو مشكلات فرعية مثل:

- متى يكون الجسم متزنا؟

(يعتبر الجسم متزنا إذا لم تتغير حالة حركته).

- ما المقصود بالقصور الذاتى؟

(ميل الجسم إلى مقاومة تغيير حالة حركته).

- مفهوم الكتلة.

(مقياس مقاومة الجسم لتغيير حركته).

- هل نرى القوة أم نستدل عليها؟

هل يناسب لحل المشكلة السابقة التعريف الكيفى أو التعريف الكمى للقوة؟

جـ - جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة:

بعد تحديد المشكلة يأتى جمع المعلومات والبيانات التى يمكن أن تساعد فى الوصول إلى حل لها، وتختلف مصادر الحصول على هذه المعلومات والبيانات وتتعدد، فمنها ما يعتمد على خبرات الآخرين والنتائج التى توصلوا إليها مثل المراجع ومنها ما يعتمد على جهد الباحث نفسه مثل تسجيل الملاحظات وجمع الإحصاءات، وفى هذه الخطوة من خطوات مدخل حل المشكلات توجد بعض المهارات المهمة التى ينبغى أن تتوافر لدى الباحث كى يصل إلى الحل الصحيح لمشكلته.

ومن هذه المهارات:

- القدرة على التمييز بين المعلومات المتصلة بالمشكلة موضع البحث وغيرها من المعلومات التى لا تتصل بها.

- القدرة على التمييز بين مصادر المعلومات التى يعتد بها ومصادر المعلومات غير المؤكدة التى لا يعتمد عليها.
- القدرة على التمييز بين الحقائق والملاحظات التى جمعت وبين الفروض التى تقترح لحل المشكلة.
- القدرة على التمييز بين الرأى الشخصى والحقيقة الواقعة، أى بين الخبرات الذاتية ذات الطابع الجزئى وبين الخبرات الموضوعية ذات الطابع المشترك.
- القدرة على الاستفادة من الخبرات السابقة والخبرات الحاضرة بما يخدم بحث المشكلة الحالى.

د - فرض الفروض واختيار أنسبها لحل المشكلة:

إن تحديد فروض معينة يبدأ بها حل المشكلة يحدد لنا نوع المعلومات المطلوب تناولها، والتى تؤدى فى النهاية إلى التأكد من صحة هذه الفروض، وفى هذه الخطوة يقوم المعلم بتوجيه الطلاب لدراسة الحقائق والمعلومات التى تتعلق بالمشكلة، وخلال ذلك يتدرب الطلاب على بعض المهارات مثل مهارة ترتيب البيانات، واختيار المصادر التى يتوافر فيها معلومات عن المشكلة، وإدراك الصلات بين المعلومات، واستبعاد المعلومات غير المفيدة.

وعموما فإن فرض الفروض يعتمد بدرجة كبيرة على خبرات الطلاب السابقة وذكائهم ـ ولذلك فإن المعلم لا بد أن يتوقع وجود اختلافات جوهرية بين فروض تلاميذ نفس الفصل.

هـ - اختبار صحة الفروض:

إن اختبار الفروض أو استبعادها يجب أن يتم على أساس الحقائق الواضحة لنا ـ كلما أمكن ـ وبوجه عام فإن استخدام التجربة أساس لاختبار صحة الفروض ـ ويمكن أن تكون المناقشة مفيدة فى اختبار صحة الفروض المقترحة.

و - الوصول إلى حل المشكلة:

عند اختبار صحة الفروض يتبين لنا ما إذا كانت الفروض التى وضعت قادرة على تفسير الظاهرة التى نحن بصددها أم لا، فإذا فشلت الفروض فى تفسير الظاهرة فإننا

نعود مرة أخرى لنضع فروضا جديدة ونختبرها بالوسائل المناسبة إلى أن تصل إلى الفرض الذى يجيب على المشكلة موضوع البحث.

والواقع أن الطريقة العلمية لحل المشكلات ليست حلا دائما لكل ما يواجه الإنسان من مشكلات، بمعنى أنه بالرغم من استخدام هذه الطريقة فى البحث عن حلول لبعض المشكلات - فإننا ما زلنا غير قادرين على معرفة أسباب بعضها الآخر - خذ مثلا مرض «الإيدز» هل نستطيع أن ندعى أن البحوث العديدة التى تجرى للكشف عن أسباب هذا المرض لا تتبع الأسلوب العلمى؟ ومع ذلك لم تتبين الأسباب الحقيقية لهذا المرض - وهذا لا يعيب الطريقة العلمية فى حل المشكلات.

ولذلك فإنه يجب أن ندرب طلابنا على أن يكونوا مثابرين وأن يكون هناك تصميم فى كل خطوة من الخطوات تؤدى إلى حل المشكلة، كذلك يجب أن نرشدهم إلى أن ما نضعه من فروض إنما هى محاولات قد تفشل وقد تنجح، وأن الفروض الفاشلة قد يكون لها نفس القيمة ذاتها التى للفروض الناجحة، فهى أيضا تضيف جديدا فى تكوين ثقافتهم العلمية.

ز - التعميم من النتائج واستخدام التعميمات فى تفسير مواقف جديدة:

إن النتائج التى نحصل عليها من اختبار الفروض، لا تنحصر قيمتها فى أنها تحل المشكلة التى نواجهها فحسب، ولكنها تساعد فى التوصل إلى تعميمات أعمق.

أسلوب حل المشكلات تكنولوجيا:

فى السنوات الأخيرة وحيال التغير السريع والتكنولوجيات الجديدة ظهرت الحاجة إلى المرونة لإدخال التربية التكنولوجية مع التربية العلمية، بحيث يصبح المسمى التربية العلمية والتكنولوجية.

وفى مقررات المراحل الدراسية المختلفة هناك مجالات كثيرة لأنشطة حل المشكلة ولا سيما فى العلوم والرياضيات. وهذه النشاطات لا تعنى بالضرورة العمليات الكائنة فى صلب النشاط التكنولوجى. وننوه هنا أن الإجابات على المشاكل التكنولوجية ليست صحيحة أو خاطئة، إنها فقط يمكن أن توصف بأنها صالحة أو رديئة. عموما، فإن دمج التربية العلمية والتكنولوجية معا يحقق نمو التفكير، والتشجيع على القيام بعمليات التصميم والإنشاء والتقييم.

ولحل المشكلة (المشكلات) تكنولوجيا نشاطات هى غالبا تتبع النمط التالى:

١ ـ فهم المشكلة: ولفهم المشكلة لا بد من عقد حلقات النقاش ـ لتوضيح صلة المشكلة بالبيئة واقعيا ـ الإمكانات اللازمة لحل المشكلة، ويشمل ذلك الموارد والأدوات والزمن المحدد.

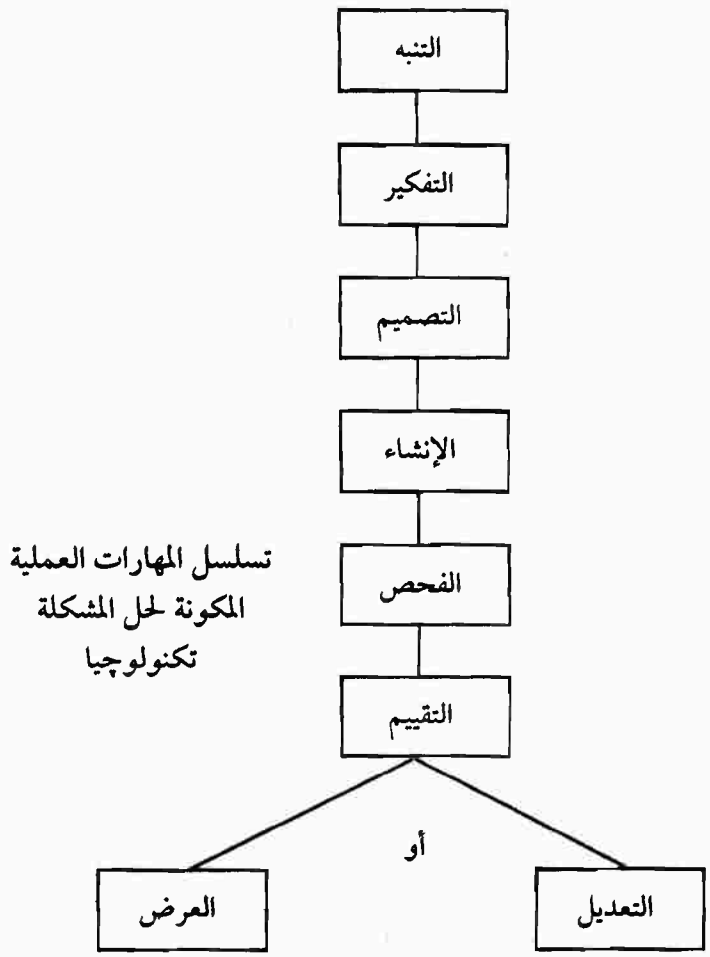
٢ ـ صياغة أفكار لحل المشكلة: ويعتمد ذلك على الخبرة ـ تعميق التفكير ـ النقاش ـ اللجوء إلى المصادر والكتب.

٣ ـ وضع أول حل: ويشمل ذلك رسم أو تخطيط مسودة أولى ـ استخدام المواد لإنتاج نموذج أولى.

٤ ـ تثبيت الحل الأول. ٥ ـ تجربة الإنتاج الناتج عن الحل عدة مرات.

٦ ـ مواءمة النموذج الأول للأغراض المطلوبة، ويشمل ذلك: هل هناك تحسينات مطلوبة، وهل هذه التحسينات رئيسية أم ثانوية، هل يحتاج التصميم إلى إعادة بالكامل ـ عوامل (الجمال ـ المتانة ـ الكلفة..)؟

٧ ـ التوصل إلى الإنتاج المطلوب أو العودة مرة أخرى إلى مرحلة التصميم.



تسلسل المهارات العملية المكونة لحل المشكلة تكنولوجيا

حل المشكلات باستخدام الكمبيوتر:

إن حل المشكلة باستخدام الكمبيوتر له مراحل:

تحليل المشكلة ـ عمل خريطة انسياب ـ ترجمة الحل إلى لغة الكمبيوتر ـ تحسين وتقييم البرنامج.

وهناك: نماذج أخرى لحل المشكلات بالكمبيوتر مبنية على مدخل المهارات.

- تعريف المهمة: عرف المهمة ـ حدد المعلومات.

إستراتيجيات البحث عن المعلومات ـ العصف الذهنى لكل المصادر ـ اختر أجود المصادر.

- الموقع والدخول **Location and access**.

حدد الموقع ـ أوجد المعلومات من خلال المصدر ـ استخدم المعلومات: ركز فى المصدر ـ استخدام المعلومات ذات الصلة ـ التركيب: نظم المعلومات ـ قدم المعلومات.

- التقويم: الحكم على العملية (الكفاءة) ـ الحكم على المنتج (الفاعلية).

كما يوجد أيضا تكتيكات أخرى لحل المشكلات مثل طريقة التلميحات المتتابعة، حيث تعرض المشكلة على الطالب ويبحث عن حل، وإذا فشل فإنه يعطى التلميحة الأولى التى ربما تساعده فى أن ينظم ويوجه تفكيره إلى الحل، وتبعا لمستوى الأداء فإن التعليمات الأخرى تقدم له. هذا الأسلوب قد يكون متضمنا فى برامج الوسائط المتعددة التفاعلية، ولكن فى حزم التطبيقات لا يوجد أى نوع من التغذية الراجعة أو التفاعل بين المستخدم والبرامج لتوجيهه إلى أنسب الحلول.

ونود الإشارة إلى مصطلح قد يساعد فى حل المشكلات يرتبط بتقنيات الكمبيوتر وهو مصطلح الكمبيوتر جرافيك **Computer Graphic**.

يقصد بالكمبيوتر جرافيك مجموعة من البرمجيات **Software** التى تمكن المستخدم من ابتكار الصور والرسومات ومعالجتها وطباعتها.

روبرت جانيه وتوصيات لمعلمى العلوم عند استخدام أسلوب حل المشكلات:

يرى (روبرت جانييه **Gegne, 1977**) أن حل المشكلات يتضمن عمليات عقلية وأكاديمية، حيث يكتشف المعلم مجموعة من القواعد أو المبادئ المتعلمة سابقا، والتى

يمكن للفرد أن يطبقها للوصول إلى حل مشكلات جديدة عادة لا تكون مألوفة. مثال ذلك: إذا زود الطالب بمشكلة مثل: تموت «الجنادب» (من الحشرات) إذا ما وضعت فى الماء ـ فالمبدأ الذى يمكن أن يستخدم لإيجاد الحل هو أن الجنادب تحتاج إلى هواء للتنفس، والماء يحتوى على هواء أكسچين مذاب فيه، والجنادب تمتلك أعضاء خاصة لتنفس الهواء الجوى. إذن يكون المبدأ الجديد هو أن الأعضاء التنفسية التى تستخدم لتنفس الهواء الجوى ليست بذات فائدة لتنفس الهواء (الأكسچين) المذاب فى الماء. ومن ذلك يتضح أن حل المشكلة يتضمن التوصل إلى قاعدة أو مبدأ علمى جديد مع استخدام المبادئ والقواعد والمفاهيم التى تعلمها التلميذ/ الطالب مسبقا.

ويوصى روبرت جانييه بأن يتبع المعلمون النقاط التالية:

١ ـ إعطاء واجبات أو مهام تتطلب استخدام أسلوب حل المشكلات، ويشترط أن تكون تلك الواجبات أو المهام، بحيث تشمل أفكارا جديدة أو مواقف مشكلة غير مألوفة للطالب ـ أى يجب أن يبتعد المعلم عن التمارين والنشاطات العلمية الروتينية المملة.

٢ ـ يجب على معلم العلوم أن يتأكد من أن الفرد المتعلم (الطالب) سيستوعب طبيعة المشكلات المبحوثة، ولتحقيق ذلك يمكن لمعلم العلوم أن يطلب من الطالب صياغة المشكلات بلغته الخاصة، وعليه فإن شعور الطالب بالمشكلات ومعرفة طبيعتها هو الذي يدفعه إلى الرغبة فى البحث عن حل لها أو معرفة أسباب حدوث تلك المشكلة.

٣ ـ معلم العلوم المتفهم لأسلوب حل المشكلات يبدأ بتحليل النشاط التعليمى المتضمن حل المشكلات بهدف معرفة المتطلبات العلمية السابقة (متطلبات معرفية ـ معلومات) والمهارات الضرورية اللازمة لحل المشكلات، وفى هذا يجب تحديد ما إذا كان الطالب قادرا على تذكر القاعدة أو المبدأ العلمى ذى العلاقة؟ هل يملك المهارات الأساسية لحل هذه المشكلات؟ وهل كون إطارا نظريا مبينا لهذه المشكلات؟

٤ ـ يجب على معلم العلوم أن يكون حذرا من أن يعطى الحل (حل المشكلات) للطالب. فقد يحدث ذلك عندما يحاول المعلم ـ بلا شعور ـ تحديد ما إذا كان الطالب لديه المعلومات السابقة أم لا اللازمة لحل المشكلات.

وعليه يجب أن يتذكر المعلمون أن على الطالب أن يتوصل أو يكتشف الحل بنفسه من خلال القاعدة أو المبدأ التنظيمى العالى الذى يطوره لنفسه إذا ما أريد له استخدام حل المشكلات.

وتجدر الإشارة إلى أن أسلوب حل المشكلة يرتبط بالطريقة وليس بمحتوى المشكلة. ويقول جانييه:

«إن أسلوب حل المشكلة كطريقة للتعلم يتطلب أن يقوم الفرد المتعلم باكتشاف المبدأ أو المبادئ ذات الرتبة الأعلى، وهى المبادئ التى تتكون عن طريق تجميع المتعلم لاثنين أو أكثر من المبادئ الأبسط، وهذه المبادئ ذات الرتبة الأعلى ضرورية لأسلوب حل المشكلة.

ويرى بوليا «Polya» أن تثبت البحث عن الحل يمكن أن يمر بالمراحل الآتية:

ثبت البحث عن الحل

أولا	**فهم المسألة**
يجب أن تفهم المسألة	ما المجهول؟ ما المعطيات؟ ما الشرط؟ هل يمكن أن يتحقق الشرط؟ هل يكفى الشرط لتعيين المجهول؟ أم فيه نقص؟ أم فيه لغو؟ أم فيه تناقض؟ ارسم شكلا وضع الرموز المناسبة. افصل أجزاء الشرط بعضها عن بعض. هل يمكن أن تكتبها؟
ثانيا	**ابتكار الخطة**
أوجد الرابطة بين المعطيات والمجهول	هل رأيت المسألة من قبل؟ هل رأيتها بشكل آخر قريبا؟ هل تعرف مسألة ذات صلة بمسألتك؟ هل تعرف نظرية قد تفيدك؟ انظر إلى المجهول، وحاول أن تتذكر مسألة تعرفها فيها هذا المجهول. أو مجهول يشبهه.
قد تضطر إلى التفكير فى مسائل مساعدة،	هذه مسألة ذات صلة بمسألتك وقد حُلت من قبل. هل يمكنك أن تستعملها؟ هل يمكنك أن تستعمل نتيجتها؟ هل يمكنك أن

إذا لم تستطع أن تجد رابطة مباشرة

تستعمل طريقتها؟ أينبغى عليك أن تدخل عنصرا جديدا مساعدا كى يمكنك أن تستعملها؟

يجب أن تحصل فى النهاية على خطة للحل

هل يمكنك أن تذكر المسألة بعبارة من عندك؟ هل يمكنك أن تذكرها بعبارة أخرى؟ ارجع إلى التعاريف.

إذا لم تستطع أن تحل هذه المسألة فجرب أن تحل أولا مسألة ذات صلة بها. هل تذكر مسألة ذات صلة بها أسهل حلا؟ مسألة أعم؟ مسألة أخص؟ مسألة على قياسها؟ هل يمكنك أن تحل قسما من المسألة؟ خذ جزءا من الشرط واعمل الباقى: فإلى أى حد يتحدد الآن المجهول؟ كيف يمكنه أن يتغير؟ هل يمكنك أن تستنتج شيئا مفيدا من المعطيات؟ هل يمكنك أن تفكر فى معطيات أخرى مناسبة لإيجاد المجهول؟ هل يمكنك أن تغير المجهول أو المعطيات أو كليهما إذا لزم الأمر إلى مجهول ومعطيات أقرب إلى بعض؟

هل استعملت كل المعطيات؟ هل استعملت الشرط كله؟ هل أخذت بعين الاعتبار كل المبادئ الجوهرية فى المسألة؟

ثالثا

تنفيذ الخطة

نفذ خطتك

أثناء تنفيذك خطتك للحل، حقق كل خطوة. هل يمكنك أن ترى بوضوح أن الخطوة صحيحة؟ هل يمكنك أن تثبت صحتها؟

رابعا

المراجعة

افحص الحل الذى حصلت عليه

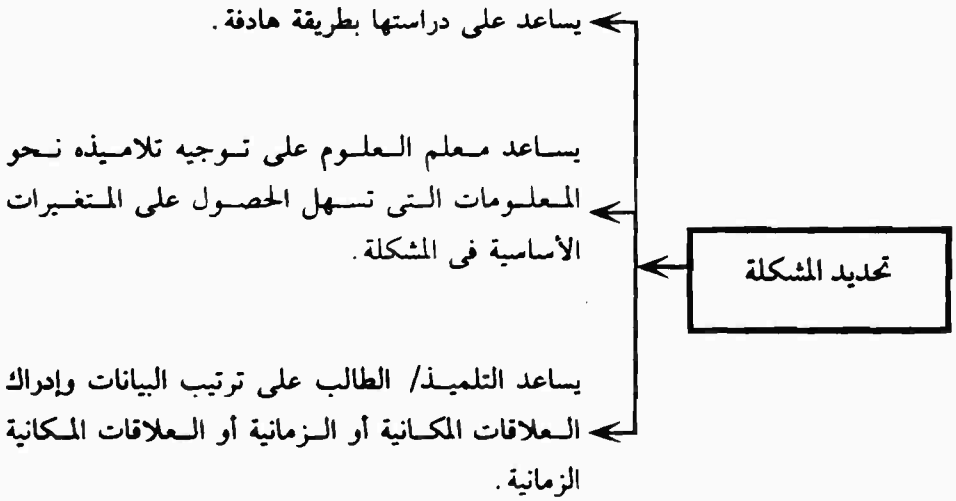
هل يمكنك أن تحقق النتيجة؟ هل يمكنك أن تحقق الطريقة؟ هل يمكنك أن تجد النتيجة بطريقة أخرى؟ هل يمكنك أن تتصورها بلمحة؟ هل يمكنك أن تستعمل النتيجة أو الطريقة فى مسألة أخرى؟

أمثلة لتطبيق أسلوب حل المشكلات:

(١) دراسة المشكلة ثم وضع الفروض المناسبة للوصول إلى الحل:

يمثل تحديد المشكلة خطوة مهمة لإمكانية اختيار الأسلوب الأمثل للحل. وقد يكون تحديد المشكلة أحيانا ليس سببا كافيا للتوصل إلى الحل أو مجموعة حلول المشكلة، إذا كانت مشكلة جدلية.

وبوجه عام فإن:



مثال ذلك:

فى أحد دروس العلوم فى المرحلة الابتدائية ـ ذكر أحد التلاميذ أن حوض الأسماك الموجود فى حجرة الأنشطة العملية (حوض تربية الأسماك يحوى ماء وأسماكا صغيرة، وبعض النباتات المائية، وبعض القواقع ورملا).

تتصاعد فيه فقاعات(*).

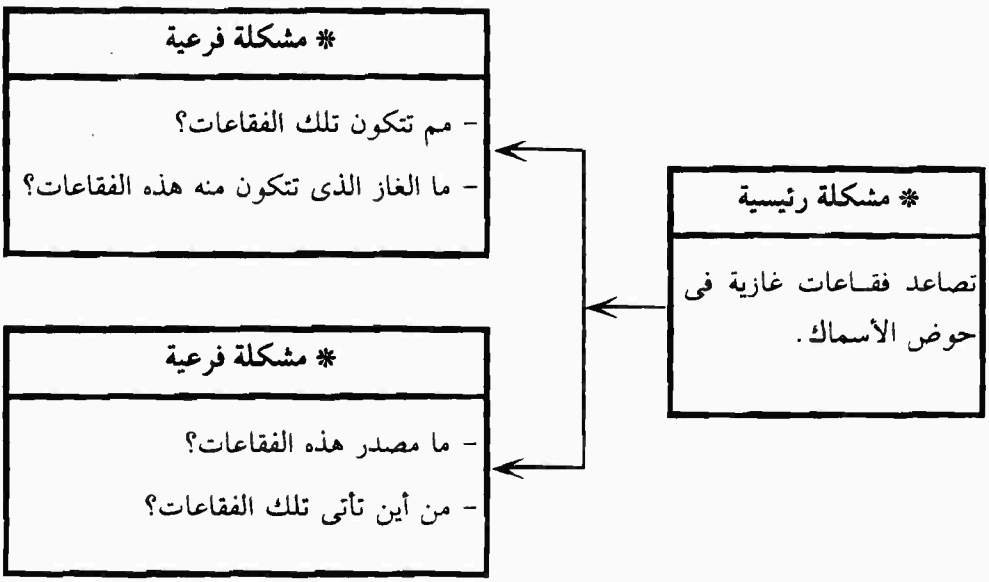
- اعتقد المعلم أن الفرصة مواتية لتدريب تلاميذه/ طلابه على أحد أوجه التفكير السليمة، وهى الحصول على معلومات تنتمى إلى موضوع المشكلة ثم المُضى قدما حتى التوصل إلى الحل.

(*) لاحظ أن فرنسيس بيكون دعا إلى اعتبار الملاحظة وحدها الطريق الصحيح للفهم والتوصل إلى الحقيقة.

- طرح المعلم المشكلة أمام التلاميذ مطالبا التلاميذ/ الطلاب بتقصى أسباب وجود تلك الفقاعات الغازية.

وفى هذا السياق نلاحظ أنه رغم تصاعد فقاعات الغاز داخل الحوض، بما يشاهدها أكثر من تلميذ/ طالب فى أماكن أخرى (فتربية الأسماك فى الأحواض هوّاية لبعض الآباء وتستخدم لتزيين حجرات المنازل) إلا أن تلك المشكلة لم تبد مهمة سوى لتلميذ/ طالب واحد فى أول الأمر، وهو الذى وجه أنظار باقى زملائه وأثار اهتماماتهم وحماسهم لمعرفة أسبابها.

وعندما حاول التلاميذ تجميع البيانات اللازمة، اتضح أن المشكلة غير واضحة وغير محددة، وأنه لجمع معلومات حول المشكلة فإنه يلزم العديد من المصادر، وعن طريق المناقشة المركزة ظهرت الحاجة إلى ضرورة معرفة طبيعة هذه الفقاعات ومصدرها، وقد تمكن التلاميذ بمساعدة المعلم من تبسيط المشكلة الرئيسية إلى مشكلتين فرعيتين.



وللإجابة على السؤال الفرعى الأول اقترح التلاميذ الفرضين التاليين:

الفرض الأول:

مم تتكون هذه الفقاعات؟

الغاز الذى تتكون منه الفقاعات هو بخار الماء (H_2O)

الغاز الذى تتكون منه الفقاعات هو الأكسجين (O_2)

الفرض الثانى:

الغاز الذى تتكون منه الفقاعات

* عبارة عن غاز هدروچين (H_2)

الهدروچين أخف الغازات كثافة جم/ سم^3

* عبارة عن غاز ثانى أكسيد الكربون (CO_2)

ثانى أكسيد الكربون أكثر كثافة جم/ سم^3

التفسير بأن الغاز المتصاعد هو CO_2 يرجع إلى:

اعتقد التلاميذ/ الطلاب أنه كما يتنفس الإنسان، فربما تكون الأسماك الموجودة فى الحوض تتنفس أيضا.

ملاحظات:

نلاحظ أن تلك الفروض التى قام التلاميذ بوضعها، ترتبط ارتباطا وثيقا بخبراتهم السابقة، فلو كان لدى التلاميذ بعض الحقائق المرتبطة بهذا الموضوع، لقل التخبط فى وضع الفروض غير المناسبة. مثال ذلك ما حدث فى الفرض الأول: أن الغاز المتصاعد والذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن بخار ماء، والفرض الرابع: الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن ثانى أكسيد الكربون.

أيضا لو أن الطلاب درسوا موضوع التمثيل الضوئى فى النباتات، ربما كان بالإمكان رفض الفرض القائل بأن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات هو غاز الهدروچين (H_2).

وهنا يجب أن يتأكد معلم العلوم بأن الاطلاع الخارجى للطالب وكذلك التساؤل عن الظواهر والاهتمام بالبحث وارتياد المكتبات، والتشجيع على القراءة عامل من العوامل التى تساعد الفرد على جعله أكثر قدرة على اقتراح الفروض المناسبة.

ولما كان التلاميذ مختلفين فى سعيهم نحو المعرفة العلمية، وتمييز الإحساسات المختلفة، وقوة الحواس، بالإشارة إلى وجود فروق فى قدراتهم مثل القدرة الاستدلالية، لذلك فإنه على معلم العلوم أن يتأهب لسماع فروض مختلفة، والمهم هو أن يبادر بمناقشة تلك الفروض.

ومن ثم يُدرب تلاميذه على عدم التسرع فى إطلاق الأحكام، وعلى استخدام الأفكار السابقة فى توليد الأفكار الجديدة، وعلى المثابرة للتوصل إلى الحقيقة، والتخلص من بعض المفاهيم البديلة Alternative، وتقبل التغيير والعمل من أجله.

إن ذلك قد يسهل على المعلم تدريب تلاميذه على فرض الفروض المناسبة تبعا لبيئة المشكلة. ومن الممكن أن ينبه المعلم تلاميذه إلى أن الفروض المناسبة تتميز بالآتى:

١ ـ أن تكون الفروض مفصلة.

٢ ـ أن يكون لها أساس أى مستمدة من خبرات التلميذ أو قراءاته.

٣ ـ الابتعاد عن الفروض القائمة على أساس وهمى.

٤ ـ أن تكون اللغة واضحة ومحددة.

٥ ـ أن تكون الفروض قابلة للتجريب لاختبارها والتحقق من مدى صحتها.

٦ ـ أن تكون ملائمة لإمكانيات التلميذ وكذا إمكانيات المعمل.

٧ ـ ألا يستغرق التحقق من صحتها زمنا طويلا؛ لأن ذلك قد يؤدى إلى اضطراب الأفكار.

٨ ـ أن تراعى جهد التلميذ وإمكاناته العقلية، بحيث لا يتطلب التحقق من صحتها نماذج رياضية قد لا يكون التلميذ مستعدا أو مدركا لها.

(٢) اختيار الفروض التى تؤدى إلى حل المشكلة:

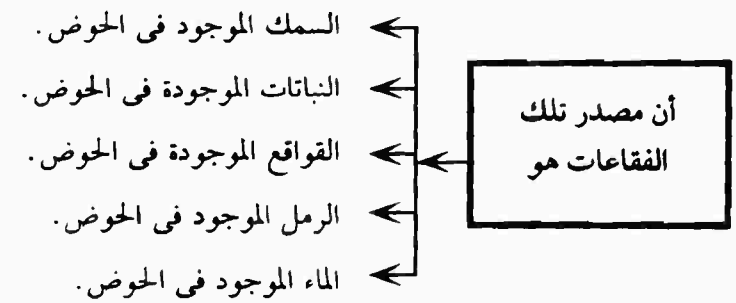
فى المشكلة السابقة قد لا تكفى خبرة التلاميذ لاقتراح الفروض المناسبة، ولذلك يصبح من الضرورى تحليل اقتراحات التلاميذ واستبعاد تلك التى لا تتوافر فيها المعايير السابقة الذكر، واختيار الفروض هنا يبنى على أساس الحقائق المعروفة لنا، ولذلك نجد أن الفرض الأول الذى يقول أن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن بخار ماء هو فرض غير معقول؛ لأن بخار الماء (وهو غاز ساخن) عندما يقابل سطحا باردا فإنه يتكثف عليه متحولا إلى قطرات ماء.

وبالنسبة للفرض الرابع الذى يرى أن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن ثانى أكسيد الكربون (CO_2)، فيمكن الإبقاء عليه إذ قد يكون ماء الحوض مشبعا بغاز (CO_2) على اعتبار أن الغاز يذوب فى الماء بشدة (لاحظ الفقاعات الغازية التى تتصاعد من المشروبات الغازية)، وينطلق ما يزيد منه فى صورة فقاعات مملوءة بالغاز.

مع ملاحظة أنه عند صياغة فرض عام مع عدم وجود الخلفية العلمية المناسبة فقد لا يستبعد هذا الفرض بسرعة، وإنما يتم ذلك عند استكمال الخلفية العلمية مع مزيد من القراءات.

أما المشكلة الثانية التى شعر التلاميذ بالحاجة إلى معرفة الإجابة عليها وهى: ما مصدر الفقاعات؟ أو بمعنى آخر ما سبب ظهورها؟

وقد اقترح التلاميذ الفروض التالية:



ومن الواضح أن معلم العلوم يعرف الإجابة، ولكن المعلم هنا يناقش الفرض على أساس معلومات التلاميذ وخبراتهم.

(٣) اختبار صحة الفروض المقترحة لحل المشكلة:

لا يغيب عن الأذهان أن اختبار صحة الفروض السابقة مهم، ولا يتم ذلك إلا باستخدام التجريب، ومن الممكن أن تجرى بعض التجارب ولا بأس من استخدام الأجهزة رخيصة التكاليف المستخدمة فى تعليم العلوم والتكنولوجيا (Low Cost Material - Equipment) ـ والتجربة إذا أجريت دون وضوح الهدف منها فإنها تكون كعمل من أعمال السحر المُسلية ينتهى أثرها بانتهاء التجربة نفسها.

وفى المشكلة الأولى:

يُنبه أنه يلزم أن تُجمع عينة (كمية مناسبة) من الفقاعات المتصاعدة وذلك لإمكانية اختبارها، لمعرفة نوع الغاز، وفكر التلاميذ كيف يمكن جمع الغاز المتصاعد وتم التوصل إلى أنه يمكن جمع عينة من الغاز المتصاعد إذا أمكن استخدام قمع ينكس على فوهة مخبار مملوء بالماء؛ كى يمكن جمع الغاز المتصاعد بإزاحة الماء إلى أسفل.

وقد استلزم ذلك قمعا ذا فوهة متسعة لكى يناسب اتساع سطح الحوض، ولكن لا يوجد بالمدرسة قمع بهذا الحجم، واقترح بعضهم تصنيع قمع من الصفيح أو ورق الألومنيوم وفق المواصفات المطلوبة فى التجربة، واقترح البعض الآخر وضع جزء من كل ما هو موجود فى الحوض (الماء والسمك والقواقع والنباتات والرمل) فى حوض أصغر، واستخدام أى قمع من الأقماع الموجودة بالمدرسة، وخشى بعض التلاميذ أن تكون هناك عوامل أخرى يمكن أن تؤثر فى التجربة إذا اكتفى بأخذ عينة من مكونات الحوض. واتفق الرأى أخيرا على أن تجزأ التجربة إلى تجربتين، وجمع التلاميذ الغاز المتصاعد، وكشفوا عنه فى الحالتين، وتبين أن الغاز المتصاعد هو غاز الأكسجين (O_2).

وفى المشكلة الثانية:

اقترح التلاميذ إجراء تجارب مشابهة، ولكن مع وضع سمكة فقط فى حوض، ونباتات فقط فى حوض ثان، وقواقع فقط فى حوض ثالث، ورمل فقط فى حوض رابع، وماء فقط فى حوض خامس، واقترح التلاميذ أنه ما دامت السمكة لا تستطيع العيش بدون ماء، فيجب أن يضاف الماء إلى كل حوض من الأحواض الخمسة المستعملة، وبعد مدة لاحظ التلاميذ أن الفقاعات قد تكونت فى الحوض الذى به النباتات وأن الغاز المتصاعد هو أيضا غاز الأكسجين (O_2).

والسؤال الذى لا يزال موصولا هو ما سبب وجود هذه الفقاعات؟

إن من ضمن وظائف التجربة توضيح علاقات السبب والنتيجة، وما قام به التلاميذ من أعمال إلى الآن كان يقصد توضيح بعض جوانب هذه المشكلة. وبالفعل فإن المعلومات التى توصلوا إليها جعلتهم أكثر قدرة على صياغة المشكلة بصورة أخرى، فالمشكلة يجب أن تعاد صياغتها على الوجه التالى:

لماذا يُعطى النبات الموجود فى الحوض غاز الأكسچين؟ ولكن الأمر لم يقف عند هذا الحد، فقد أثارت المعلومات التى توصلوا إليها أسئلة أكثر وأكثر، فقد سأل التلاميذ: هل ينطبق ذلك على جميع النباتات أم أن ذلك يقتصر على نوع النباتات الموجودة فى الحوض فهى التى تنفرد بإنتاج الأكسچين؟

وهل يتصاعد الأكسچين طوال الوقت من تلك النباتات أم أن هناك وقتا محددا لإنتاج الأكسچين؟

والسؤال الأهم هو: أى أجزاء النبات هو الذى ينتج الأكسچين المتصاعد (الساق ـ الأوراق ـ الجذر)؟

إن الإجابة عن هذه التساؤلات تستوجب فروضا جديدة ومزيدا من الملاحظة والتجارب، ثم الاستنتاج.

وغنى عن الذكر أن التفكير عملية تتميز بالمرونة، ولا تتقيد بخطوات ثابتة متتابعة فى كثير من الأحيان. وعند عرضنا لمهارات طريقة حل المشكلات فإننا لا نقصد أن نؤكد على بعض الجوانب دون الأخرى من التفكير، أو أن نؤكد ضرورة التسلسل بنمط واحد.

(٤) الوصول إلى الحل:

عند اختبار صحة الفروض تبين لنا ما إذا كانت الفروض التى وُضعت قادرة على تفسير الظاهرة التى نحن بصددها أم لا، فإذا فشلت الفروض فى تفسير الظاهرة فإننا نعود مرة أخرى لنضع فروضا جديدة ونختبرها بالوسائل المناسبة إلى أن نصل إلى الفرض الذى يجيب على المشكلة التى نحن بصددها عن طريق تنوع طرق جمع البيانات، واستخدام طرق الملاحظة، وقد تكون تلك الملاحظة فردية أو جماعية أو مقصورة أو غير مقصورة، أو قد تعتمد على القياس واستخدام أساسيات المنطق.

«وهنا نحذر معلم العلوم من أن التعميم السريع يكون له نتائج سيئة».

إن التخطيط الجيد لاختبار صحة الفروض له أهميته، حيث تظهر صفة هامة، وهى المرونة فى استخدام الأدوات، وتؤكد المرونة القابلة للتعديل، إذ قد يصادف التلاميذ صعوبات أو عقبات يقابلها إحداث تعديلات مناسبة فى الوقت المناسب. كما ينبغى أن يكون هناك تسجيل للآراء والمقترحات، والتغيرات التى يرى المنتقدون إدخالها عند اختبار صحة الفروض، وبذلك نُعد تلاميذنا لقبول التغير، وهو ما نستشعر أهميته ونحن على أبواب الألفية الثالثة.

(٥) التعميم من النتائج واستخدام التعميمات فى تفسير مواقف جديدة:

عند اختبار الفروض نحصل على نتائج، إن تلك النتائج تحل المشكلة التى نواجهها، كما أنها تكون قاعدة لتعميمات أخرى أشمل وأعمق.

وفى المثال السابق لو أن التلاميذ توصلوا إلى أن النباتات الخضراء الموجودة فى الحوض فى وجود الضوء وثانى أكسيد الكربون والماء، يمكنها أن تكون مواد كربوهدراتية، وينتج عن ذلك انطلاق غاز الأكسجين.

فإن هذه النتيجة مع نتائج أخرى مشابهة تمكننا من الوصول إلى مفاهيم أكبر وأوسع، ثم تعميمات قد تفسر لنا هذه النتائج سبب وجود الأكسجين بنسبة ثابتة تقريبا فى الهواء الجوى. كما يمكن أن تفسر لنا مدى ارتباط حياة الإنسان بعملية التمثيل الضوئى، وأهمية التشجير (لمواجهة تزايد نسبة تلوث الهواء) باعتبار أن النبات هو المنتج الوحيد فى البيئة، وهو أول السلسلة الغذائية.

لاحظ عزيزى المعلم أن تلك النتائج توصل إليها التلاميذ من مجرد ملاحظة تصاعد فقاعات غازية فى مربى الأسماك، ولكن هذه المشكلة الصغيرة انفعل بها التلاميذ وشاركوا بأفكارهم ومخططاتهم فى التوصل إلى نتيجة هامة.

والواقع أن الطريقة العملية لحل المشكلات ليست ترياقا لحل كل ما يواجه الإنسان من مشكلات. بمعنى أنه بالرغم من استخدام هذه الطريقة فى البحث عن حلول لبعض المشكلات، فإننا ما زلنا غير قادرين على معرفة أسباب بعضها الآخر. خذ مثلا مرض السرطان. هل نستطيع أن ندعى أن البحوث العديدة التى تجرى للكشف على أسباب هذا المرض لا تتبع الأسلوب العلمى؟ ومع ذلك لم نتبين بعد الأسباب الحقيقية لهذه

المرض. وهذا لا يعيب الطريقة العلمية فى حل المشكلات. ولكن لم يستطع العقل البشرى إلى الآن أن يجد الفرض المناسب لكى نضعه موضع الاختبار. إن كل بحث يجرى فى الميدان يضيف لبنة إلى البناء، وعندما تتجمع المعلومات الكافية، سيصبح الإنسان أكثر قدرة على حل هذه المشكلة. وهذه هى طبيعة العلم: عملية تراكمية، تبنى المعارف الجديدة على أساس ما سبقها من معارف. وتضاف هذه المعارف الجديدة إلى العلم فتزداد المعرفة الإنسانية، ويعلو البناء.

وعلى هذا الأساس يجب أن ندرب تلاميذنا على المثابرة والتصميم، وأن نعودهم على أن ما نضعه من فروض إنما هى محاولات قد تفشل وقد تنجح، وأن الفروض الفاشلة قد يكون لها نفس القيمة ذاتها التى للفروض الناجحة، فهى أيضا تضيف جديدا فى تكوين ثقافتهم العلمية.

التعميم من النتائج واستخدام التعميمات فى تفسير مواقف جديدة:

إن النتائج التى نحصل عليها من اختبار الفروض، لا تنحصر قيمتها فى أنها تحل المشكلة التى نواجهها فحسب، ولكنها تساعد أيضا فى الوصول إلى تعميمات أشمل وأعمق. فمثلا لو أن التلاميذ فى المثال السابق توصلوا إلى أن النباتات الخضراء الموجودة فى الحوض، فى وجود الضوء وثانى أكسيد الكربون والماء، يمكنها أن تكون مواد كربوهيدراتية، وينتج عن ذلك انطلاق غاز الأكسچين، فإن هذه النتيجة ـ مع نتائج أخرى مشابهة ـ تمكننا من الوصول إلى مفاهيم أكبر وأوسع، فتعميمات. فقد تفسر لنا هذه النتائج سبب وجود الأكسچين بنسبة ثابتة تقريبا فى الجو ـ كما يمكن أن تفسر لنا مدى ارتباط حياة الإنسان بعملية التمثيل الضوئى، تلك العملية التى بدت للتلاميذ مشكلة صغيرة على شكل فقاعات فى حوض الأسماك الموجود فى معمل الأحياء بالمدرسة.

مثال (٢) مجال المشكلة: نظائر العناصر:

١ ـ إثارة المشكلة: يبدأ المعلم إثارة المشكلة على شكل مناقشة يتضمنها بعض الأسئلة كالتالى:

المناقشة: نحن نعلم أن جميع العناصر يدخل فى تكوين أنويتها نوعان من الجسيمات هما البروتونات والنيوترونات، ويستثنى من ذلك نواة ذرة الهدروجين الخفيف (البروتيوم) $_1H^1$، حيث إنه لا يوجد بالنواة سوى بروتون واحد.

ما العدد اللازم لعنصر ما؟

يسأل المعلم هذا السؤال وينتظر أن تكون الإجابة هى:

مجموع أعداد البروتونات داخل نواة ذرة العنصر ويساوى فى الذرة المتعادلة عدد الإلكترونات التى تدور فى مستويات الطاقة حول النواة.

ثم يسأل المعلم ما عدد الكتلة لعنصر ما؟

وينتظر المعلم أن تكون الإجابة هى:

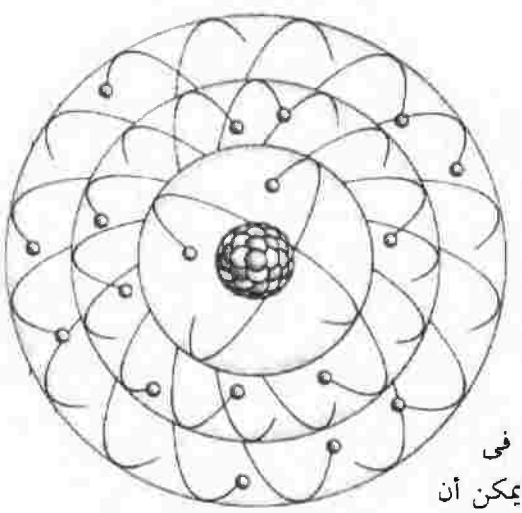
عدد الكتلة هو: مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات داخل نواة ذرة العنصر.

وعموما ففى بعض الحسابات غير الدقيقة نهمل كتل الإلكترونات، حيث إن أوزانها تكون صغيرة جدا بالنسبة لكتل مكونات النواة $(p + n)$.

ثم يثير المعلم السؤال التالى:

لوحظ أن بعض العناصر أوزانها الذرية كسرية.

ومن أمثلة ذلك:



الكلور وزنه الذرى ٣٥,٥

الحديد وزنه الذرى ٥٥,٨٥

النحاس وزنه الذرى ٦٣,٥٤

ثم يسأل المعلم ما السبب؟

هنا يشجع المعلم طلابه على اتباع أسلوب حل المشكلات، وذلك بوضع الفروض المناسبة لحلها:

المناقشة: يؤكد المعلم وجود كسور فى الأوزان الذرية لكثير من العناصر (يمكن أن

يستعين المعلم بالجدول الدورى الحديث مع لوحة توضيح الأوزان الذرية للعناصر)، فليس فى ذلك ما يدعو إلى الشك، ثم يطلب من الطلاب وضع تفسير لهذه الحقيقة ويستمع إلى إجاباتهم ويساعدهم على وضعها فى صورة فروض كالتالى:

- يوجد كسور فى أعداد البروتونات داخل أنوية العناصر.
- يوجد كسور فى أعداد النيوترونات بداخل أنوية العناصر.
- يوجد أكثر من نوع لذرات العنصر لها نفس عدد البروتونات، ولكن أعداد النيوترونات داخل أنويتها مختلف، ويكون الوزن الذرى هو متوسط الأوزان الذرية لهذه العناصر المشتركة فى عدد البروتونات (أى ذات العدد الذرى الواحد).
- نسب وجود ذرات مختلفة الوزن الذرى متغيرة للعنصر الواحد.

اختبار صحة الفروض:

المناقشة: أى الفروض التى حددناها صحيح؟

١ ـ هل يوجد كسور فى عدد البروتونات داخل النواة؟

٢ ـ هل يوجد كسور فى عدد النيوترونات داخل النواة؟

٣ ـ هل هناك عناصر تشترك فى عدد النيوترونات وتختلف فى عدد البروتونات؟

٤ ـ هل هناك ذرات تشترك فى أعداد البروتونات داخل أنويتها وتختلف فى أعداد النيوترونات؟

يترك المعلم الفرض للطلاب الذين يتوصلون إلى أن:

١ ـ الفرض الأول مرفوض إذ لا يوجد نصف بروتون أو جزء من البروتون فهو دقيقة أساسية تدخل فى تركيب النواة.

٢ ـ الفرض الثانى مرفوض إذ لا يوجد نصف نيوترون أو جزء منه كوحدة مستقلة أو كدقيقة أساسية من الدقائق المكونة للنواة.

٣ ـ بالنسبة للفرض الثالث يتوصل الطلاب إلى أن هناك عناصر تشترك فى عدد النيوترونات داخل أنوية ذراتها، ولكنها تختلف فى عدد البروتونات وتسمى الأيزوبارات مثال ذلك: $_4Be^9$ ، $_5B^{10}$، $_7N^{13}$، $_6C^{13}$.

وهذه العناصر مختلفة، أى أن ذراتها تختلف عن بعضها البعض فى أعداد البروتونات، أى أنها لعناصر مختلفة، بينما المطلوب هو بحث كيفية اختلاف ذرات نفس العنصر من حيث الوزن الذرى، ولذلك يرفض هذا الفرض.

بالنسبة للفرض الرابع والخاص بوجود أكثر من عنصر تشترك فى العدد الذرى أى عدد البروتونات ولكن تختلف فى عدد النيوترونات وأن الوزن الذرى للعناصر التى لها نفس عدد البروتونات هو متوسط الأوزان الذرية لها بنسب وجود الذرات المختلفة فى الخليط المكون للعنصر.

وبذلك تظهر الكسور فى هذا الوزن الذرى المتوسط.

- يتوصل التلاميذ بعد ذلك إلى حقيقة وجود عدد كبير من العناصر التى تشترك فى العدد الذرى ولكن تختلف فى عدد الكتلة، أى تختلف فى عدد النيوترونات داخل أنويتها.

مثال ذلك عنصر الهدروچين، وعنصر الأكسچين، وعنصر الكلور.

- كما يتوصل الطلاب أيضا إلى أن:

العنصر خليط من نظائره، ووزنه الذرى هو متوسط الأوزان الذرية لنظائره حسب نسبة وجودها فى الخليط المكون لذراته.

وهذا هو سبب وجود الوزن الذرى الكسرى لمعظم العناصر.

• ملحوظة للمعلم:

يطلق على تلك العناصر التى تتفق فى الرقم الذرى وتختلف فى الوزن الذرى وتشغل نفس المكان فى الجدول الدورى اسم نظائر العنصر. وعادة لا يمكن فصل نظائر العنصر بالطرق الكيميائية البسيطة.

أما الأيزوبارات:

فهى تلك الذرات لعناصر يحتوى أحدها على عدد من البروتونات تزيد بمقدار بروتون واحد عن تلك التى يحتويها العنصر الآخر، بينما يزيد عدد نيوترونات ذرة هذا العنصر الأول أو العكس، وبذلك يشترك العنصران فى الوزن الذرى ويختلفان فى الرقم الذرى.

يحيل المعلم الطلاب إلى أحد المراجع فى علم الكيمياء الذى يحدد وجود بعض النظائر للعناصر وأوزانها الذرية

جدول يوضح الأوزان الذرية الكسرية لبعض العناصر

العنصر	العدد الذرى	عدد النظائر	أرقام الكتل للنظائر	الوزن الذرى
الهدروچين	١	٣	١ ، ٢ ، ٣	١,٠٠٨
الأكسچين	٨	٣	١٦ ، ١٧ ، ١٨	١٦
الكلور	١٧	٢	٣٥ ، ٣٧	٣٥,٤٦
البورانيوم	٩٢	٣	٢٣٤ ، ٢٣٥ ، ٢٣٨	٢٣٨,٠٧

قائمة مراجع الفصل الثانى

أولا - المراجع العربية:

١ ـ أحمد عبد الرحمن النجدى (٢٠٠٠): طرق تدريس العلوم والتكنولوچيا، جامعة حلوان، كلية التربية.

٢ ـ على السيد سليمان (١٩٩٥): «اكتشاف وتربية ورعاية الموهوبين»، ندوة التفوق الدراسى، الجمهورية العربية السورية، المجلس الأعلى لرعاية الفنون والآداب والعلوم الاجتماعية.

٣ ـ حلمى إبراهيم جريس (١٩٩١): «المرجع فى التربية السكانية»، القاهرة، وزارة التربية والتعليم، الإدارة العامة للتربية البيئية والسكان، مشروع التربية السكانية بالتعاون مع المجلس القومى للسكان واليونسكو وصندوق الأمم المتحدة للأنشطة السكانية، ص٦٧.

٤ ـ صبرى الدمرداش (١٩٨٦): «أساسيات تدريس العلوم»، القاهرة، دار المعارف، ط١.

٥ ـ محمود السيد على (١٩٩٧): «حل المشكلات بالكمبيوتر جرافيك ومهارات التصميم الفنى»، تكنولوچيا التعليم، عدد خاص بالمؤتمر العلمى الخاص للجمعية المصرية لتكنولوچيا التعليم «مستحدثات تكنولوچيا التعليم وتحديات المستقبل»، الكتاب الثانى، بحوث المؤتمر ١٩ ـ ٢١ جماد الآخر ١٤١٨ الموافق ٢١ ـ ٢٣ أكتوبر ١٩٩٧م، ص١٢١.

٦ ـ عايش زيتون (١٩٨٩): «مدى استخدام أسلوب حل المشكلات لدى معلمى العلوم وعلاقته بمستوى التحصيل العلمى لطلبتهم فى المرحلة الإعدادية، الإمارات العربية المتحدة، مجلة كلية التربية، العدد الرابع، السنة الرابعة، مارس، ص٢٤٤، ١٤٥.

٧ ـ إبراهيم بسيونى عميرة، فتحى الديب (١٩٩٩): «تدريس العلوم والتربية العلمية»، ط٨، القاهرة، دار المعارف، ص ص ١٦٨ ـ ١٧٢.

٨ ـ الدمرداش سرحان، ومنير كامل (١٩٦٣): التفكير العلمى، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية، ص١٢١.

ثانيا - المراجع الأجنبية:

1 - Gagné, M., Robbort (1965), The Condition of Learning, Holt, Rinehat and Winston, Inc, New York, p. 165.

2 - Bruner, S. J. (1961). The Act of Discovery; Harvard Educational Review; Vol. 13.

3 - Arthar, A. Carn, Robrt B. Sund (1980); Teaching Modern Science, Fourth Edition, N. Y; A Bell, Howell Company. p. 111.

4 - Robert Karplus, and Herbert. D; (1967) Their; A New Look Elementary School Science, Chicago. Read Mc. Nallys, Cp. p. 40.

5 - Aurthur, A. Carn, Robort B. Sund (1980) Teaching Science Through Discovery 4th ed N.Y Abells Howell Company, p. 74.

6 - Wolfinger, D.M. (1982), The Effect of Science Teaching on The Young Child`s Concept of Piagetian Physical Cewsality; Animism and dynamism, Journal of Research in Science Teaching 1907.

7 - Hunt; M. 1982. The Universe With in New York, Simon and Shuster, 1982.

8 - Burns, M. (1982); How to Teach Problem Solving Arithmatic Teacher, 29, 6.