الفصل الثالث

مداخل تدريس العلوم

أهداف الفصل الثالث:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل، أن يصبح المتعلم قادراً على أن:

١ - يتعرف ماهية المدخل التقليدى لتدريس العلوم.

٢ - يعرف كيف يتوصل العلماء إلى حل المشكلات التى يتصدون لها.

٣ - يقف على الخطوات التى يتميز بها مدخل حل المشكلات لتدريس العلوم.

٤ - يلم بالاعتبارات التى ينبغى مراعاتها فى اختيار المشكلة التى يتخذها الدرس محورًا له.

٥ - يلم بالأساليب المختلفة الممكن استخدامها لإثارة مشكلات الدروس.

٦ - يعرف كيف يحدد المشكلة المراد بحثها بدقة ووضوح.

٧ - يجمع المعلومات المتصلة بالمشكلة موضع البحث من المصادر المختلفة المتاحة.

٨ - يفرض الفروض المناسبة، وأن يختار أكثرها احتمالا.

٩ - يدرك الاعتبارات الواجب مراعاتها عند اختبار صحة الفروض المحتملة.

١٠ - يختبر صحة الفروض المحتملة، سواء بالملاحظة أو بالتجريب أو كليهما.

١١ - يعمم من النتائج التى يتوصل إليها.

obeikandl.com

١٢ - يقوم بتدريس بعض موضوعات العلوم مستخدماً مدخل حل المشكلات.

١٣ - يتعرف خصائص المدخل الكشفى لتدريس العلوم.

١٤ - يميز فى المدخل الكشفى مستويات ثلاثة يتوقف كل منها على عوامل معينة.

١٥ - يتعرف كيفية الإعداد لدرس يأخذ بالمدخل الكشفى.

١٦ - يتعرف تقنيات تخطيط وتقديم عروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى.

١٧ - يتعرف المقصود بالمدخل التاريخى لتدريس العلوم.

١٨ - يقوم بتدريس بعض موضوعات العلوم مستخدماً نزعة تاريخ الحالة.

١٩ - يدرك اسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية.

٢٠ - يتعرف أهم الانتقادات التى توجه إلى كل مدخل من مداخل تدريس العلوم الأساسية، وأن يفندها.

٢١ - يعرف واجباته - كمعلم - إزاء استخدامه لأى من هذه المداخل فى تدريس العلوم.

٢٢ - يتعرف علاقة المداخل المختلفة لتدريس العلوم بعضها ببعض.

ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بدراسة تفصيلية للمداخل الأربعة التالية: المدخل التقليدى، ومدخل حل المشكلات، والمدخل الكشفى، والمدخل التاريخى[1].

وفيما يلى بيان ذلك.

---

(١) هناك مدخل خامس يتكامل مع هذه المداخل جميعها، وهو مدخل الطرائف العلمية، وللوقوف على تفاصيله، انظر:

صبرى الدمرداش، الطرائف العلمية مدخل لتدريس العلوم، مرجع سابق.

أولاً: المدخل التقليدى

The Traditional Approach

لعل أقدم المداخل المستخدمة لتدريس العلوم وأشيعها هو المدخل التقليدى الذى ألفناه فى مدارسنا. وهو يقوم أساساً على أن هناك مصدراً أو أكثر (مثل المعلم أو كتاب معين أو زائر متخصص) يقدم للتلاميذ المعرفة وينظم لهم سبل استيعابها كما يمهد الطريق لاكتسابهم المهارات المرتبطة بها. وفى ظل هذا المدخل يعتبر كلاً من المعلم والكتاب المدرسى سلطة مطلقة على المتعلم الانصياع لما تقول. فهذين المصدرين فى الغالب هما اللذان يقدمان له المعرفة ويوجهانه إلى إجراء التدريبات العملية اللازمة والمرسومة مسبقاً.

ويعد هذا المدخل مقبولاً بالنسبة للكثيرين، لأنه يقدم المادة المتعلمة فى صورة منظمة تتيح للتلاميذ تذكرها والافادة منها وتطبيقها بسرعة. كما أنه يسمح بتعلم التلاميذ الموضوعات المحددة للمنهج فى وقت مناسب. أضف إلى ذلك عامل الإلف، فعليه تعود الكثيرون منا وبه يدرِّس كثير من المعلمين.

ثانياً: مدخل حل المشكلات

The Problem Solving Approach

فى دراستنا لهذا المدخل سوف نقدم أولا أمثلة توضح خطواته وتبرز أهميتها، مستمدين هذه الأمثلة من: تاريخ العلوم الطبيعية، ومن ميدان دراسة العلوم. ومن خلال هذه الأمثلة نخلص إلى الخطوات الأساسية فى مدخل حل المشكلات، ثم نقوم بالشرح التفصيلى لكل خطوة من هذه الخطوات. وتطبيقا على هذه الخطوات نقدم بعض الأمثلة التى تعين المعلم على تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات.

١ - أمثلة توضح خطوات مدخل حل المشكلات وتبرز أهميتها

(أ) من تاريخ العلوم:

إن تاريخ البحث العلمى ملىء بالأمثلة التى تتجلى فيها خطوات مدخل حل المشكلات وعناصره. وكثير من مشكلات البحث كانت من العمق والاتساع، أو من الصعوبة والتعقيد، بحيث لم يكن فى الامكان استجلاء غوامض المشكلة الواحدة إلا بعد أجيال طويلة. فلم يتح لكثير من العلماء أن يشهدوا فى حياتهم مدى ما أسمهت به جهودهم فى حل المشكلات التى تصدوا لبحثها. ولكن التاريخ العلمى إذ يجمع عناصر الصورة بعضها إلى جوار بعض، فإنه يؤكد أهمية مدخل حل المشكلات فى الوصول إلى النتيجة المرجوة بطريقة موضوعية، كما يؤكد أهمية التفاعل القائم فى هذا المدخل بين الجانب العقلى المتمثل فى فرض الفروض والجانب الحسى المتمثل فى الملاحظة والتجريب.

وفيما يلى نقدم مثالاً لذلك من ميدان العلوم الفيزيقية وهو:

(فرانكلين يكتشف أن البرق ما هو إلا كهرباء).

كان البرق من المشكلات المحيرة للانسان منذ القدم. وبتطور المعرفة، تمكن الانسان من التخلص من الخرافة التى تقول أن البرق ثورة غضب من الآلهة، ولكنه ظل عاجزا عن تفسير حقيقته.

وحدث فى عام ١٧٤٦ أن رأى «بنيامين فرانكلين» عدة تجارب أثارت اهتمامه بدرجة كبيرة، وكانت كلها عن الكهرباء الاستاتيكية، ولم يلبث أن بدأ يجرى بنفسه بعض هذه التجارب، وإقتنى لذلك آلة يمكن بها توليد شرارة كهربية. وبينما هو يقوم بتشغيل هذه الآلة خطرت له فكرة، وهى أن هذه الشرارات التى يحصل عليها إنما تشبه البرق فى أشياء كثيرة، وربما توصل إلى فهم حقيقة البرق لو أنه قارن بين الاثنين.

وبعد مقارنة دقيقة قامت على الملاحظة والتجربة. افترض فرانكلين أن البرق والشرارة الكهربية هما شيء واحد. وكان لا بد من التحقق من صحة هذا الفرض بالإحتكام إلى تجربة مناسبة.

وبدأ فرانكلين فى التفكير. لو أن البرق كهرباء فعلاً، إذن فلا بد أن تكون السحب مشحونة بالكهرباء، ولأمكن سلب بعض هذه الكهرباء منها. وكان أول ما تبادر إلى ذهن فرانكلين هو أن يشيد منارة كنيسة مرتفعة جدا لدرجة أن تصل إلى السحب فى طبقات الجو العليا، غير أنه نبذ هذه الفكرة. ورأى أن يستعين بطائرة ورقية من تلك التى يلهو بها الأطفال، وذلك بأن يثبت مفتاحا معدنيا بالطرف السفلى من السلك الذى يتصل بالطائرة الصغيرة، حتى إذا ارتفعت الطائرة محمولة بالهواء، ووصلت إلى السحب عند حدوث البرق والرعد وكانت السحب مشحونة حقيقة بالكهرباء، فإنه يمكن الحصول على شرارة من المفتاح تأتى عبر السلك المتصل بالطائرة التى تقوم بسلب الكهرباء من السحابة فى كبد السماء. وقد حدث فعلاً أن أثبتت التجربة صحة هذه الفكرة، وحصل فرانكلين على الشرارة الكهربية من المفتاح. وإذن فالبرق ما هو حقيقة إلا شرارة كهربية[١].

(ب) من ميدان دراسة العلوم:

(التلاميذ يحاولون صنع المرايا)

---

(١) جون والتن، ستة من علماء الطبيعة: كورى، جاليليو، نيوتن، دافى، فراداى، كلفن، ترجمة أمين محمود الشريف ومراجعة محمد رفعت، الكتاب رقم (١٧٠) من سلسلة الألف كتاب، (القاهرة: مكتب نهضة مصر، ١٩٥٨) ص ص: ٢٥ - ٢٧.

ويجد القارئ أمثلة أخرى كثيرة فى المراجع التالية:

(أ) الدمرداش سرحان ومنير كامل، **التفكير العلمى**، الطبعة الأولى، (القاهرة: د.ن.، ١٩٥٩) ص ص: ٨٢ - ٨٩.

b) Dubos, René, **Pasteur and Modern Science,** (Garden City, N.y.: Doubleday & Co., Anchor Books, 1960).

c) Shamos, Morris H. (ed).,**Great Experiments in Physics,**(New York: Holt, Rinehart and Winston, 1959).

شعر بعض تلاميذ المرحلة الاعدادية أثناء دراستهم لموضوع المرايا فى وحدة الفيزيقا أنهم فى حاجة إلى عمل بعض المرايا المستوية والمرايا الكرية لاجراء التجارب الخاصة بالضوء. وتحددت المشكلة فى أذهانهم فى صورة السؤال التالى: كيف يمكن عمل أنواع مختلفة من المرايا؟.

وفى أثناء مناقشة المعلم لهم أجابوا إنها عملية بسيطة للغاية. فعن طريق لصق بعض من الورق المفضض على قطع الزجاج المستوى والكرى يمكن الحصول على المرايا المطلوبة. كان هذا فرضا سريعًا لحل المشكلة. ولكن لما أحضر التلاميذ الأدوات السابقة وجدوا أنهم لا يستطيعون عمل المرايا بهذه الطريقة. ولذلك عادت المشكلة للظهور مرة أخرى، وكان لا بد من بحثها من جديد، فقسم التلاميذ أنفسهم إلى مجموعات ثلاث: مجموعة تبحث فى المصادر الموجودة فى المكتبات العامة وأخرى تذهب إلى قسم الكيمياء بالجامعة لجمع بعض المعلومات، وثالثة تذهب إلى مصنع للمرايا للوقوف على طريقة صنعها.

وجاءت المجموعات الثلاث، كل منها تحمل معها معلوماتها. فقد اتضح للمجموعتين الأولى والثانية أن المرايا تتكون من ترسيب فلز الفضة على سطح الزجاج ويمكن الوصول إلى ذلك باستخدام بعض أملاح الفضة فى تفاعلات معينة تعمل على اختزالها. أما المجموعة الثالثة فكانت أقل حظًا، حيث استقبلها المسئولون فى المصنع استقبالاً سيئًا ورفضوا ذكر أى شىء لهم عن صنع المرايا باعتبارها من أسرار المهنة.

أجرى التلاميذ التجارب على المواد التى استخلصوها من المراجع فى المكتبات، وكذلك من أساتذة علم الكيمياء، وكانت النتيجة أن المرايا التى تكونت سوداء صدئة لا يمكن استخدامها فى تجارب الضوء.

وهنا بدأ التلاميذ يبحثون عن فروض أخرى، وقرروا القيام بمحاولة أخرى لزيارة مصنع آخر للمرايا غير الذى زاروه فى المرة الأولى، وقد ذهب معهم المعلم وتمكن من إقناع المسئولين فى أحد المصانع بالسماح لتلاميذه

بزيارته، إذ أوضح لهم أن المسألة دراسية محضة ولا خوف على سر المهنة.

وقد لاحظ المعلم منذ دخول التلاميذ إلى المعمل فضولهم وإصرارهم على الوقوف على تفاصيل عملية صنع المرايا والمواد المستخدمة وقد تولى المسئول فى المصنع شرح هذه العملية، وأتاح للتلاميذ فرصة مشاهدة العمال وهم يقومون بها فعلاً، واتضح لهم أن عملية ترسيب الفضة تتم عن طريق تفاعل بين محلولين أحدهما يحتوى على نترات الفضة والنشادر والآخر حمض الكبريتيك المخفف مضافًا إليه القليل من السكر ليصبح عاملاً مختزلاً، وذلك على أن يمزج المحلول فوق سطح زجاجى نظيف فترسب الفضة مباشرة وتتكون المرآة. وقد طلب التلاميذ من المسئولين تكوين محاليل جديدة للتأكد من النسب وتجريبها أمامهم، فقاموا بذلك.

وبعد عودة التلاميذ إلى المدرسة، حاولوا اجراء التجارب بنفس الطريقة التى شاهدوها فى المصنع. ولكن كانت النتيجة مخيبة لآمالهم. لأنهم وجدوا أن الفضة تترسب على الزجاج ولكنها تطفو كطبقة رقيقة تنفصل عنه ولا تتكون المرايا حينئذ. حاول التلاميذ عدة مرات دون جدوى. وهنا فكروا فى دعوة مسئول المصنع إلى المدرسة لمساعدتهم فوعدهم بالحضور ولكنه لم يف بوعده.

وهنا كان الإصرار على الوصول إلى النجاح أوضح ما يكون لدى التلاميذ، وافترضوا أن عدم توصلهم إلى النتيجة المرجوة ربما يكون راجعًا إلى الفرق فى تركيز المواد ونسبتها بعضها إلى بعض ومن ثم قاموا بتجريب تركيزات ونسب مختلفة من المحاليل المستخدمة، ولاحظوا تحسنًا فى النتائج إلى أن توصلوا فى النهاية إلى صناعة مرايا تطابق تمامًا المرايا التى رأوها فى المصانع التى زاروها.

ولكن هذه لم تكن النهاية، إذ وجد التلاميذ أنفسهم أيضًا فى حاجة إلى صناعة مرايا كرية مجدبة ومقعرة. وكان عليهم أن يواجهوا هذه المشكلة الجديدة أيضًا. وقد استخدموا لذلك زجاجات ساعة اشتروها بثمن بخس،

وتمكنوا من أن يصنعوا منها ومن المحاليل المناسبة المرايا المطلوبة[١].

وهكذا سار التلاميذ، وفقًا لخطوات معينة، حتى تمكنوا من حل المشكلة التى شعروا بها وهى صنع المرايا التى أرادوا صنعها.

٢ - خطوات مدخل حل المشكلات

بتمعننا فى المثالين السابق تقديمهما من ميدانى تاريخ العلوم ودراسة العلوم، وكذلك من خلال تأملنا فى كثير من المواقف التى نصادفها فى حياتنا، يمكننا التوصل إلى أن الإنسان عندما تواجهه مشكلة ما، فإن عليه - كى يصل إلى حل مناسب لها - أن يتبع خطوات معينة يمكن اجمالها فى الخطوات التالية: الشعور بالمشكلة - تحديد المشكلة - جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة - فرض الفروض واختيار أكثرها إحتمالاً - اختبار صحة الفروض المحتملة - الوصول إلى حل للمشكلة - التعميم من النتائج - استخدام التعميمات فى التفسير.

وفيما يلى نحاول إلقاء الضوء على كل خطوة من هذه الخطوات:

(أ) الشعور بالمشكلة:

إن الشعور بالمشكلة هو أول خطوات مدخل حل المشكلات. وقد يكون هذا الشعور نتيجة لملاحظة عارضة أو لمشكلة ملحة أو بسبب نتيجة غير متوقعة لتجربة. ولا يشترط فى المشكلة أن تكون جسيمة أو خطيرة. فقد تكون مجرد حيرة فى أمر من الأمور مهما بدا من وجهة نظر الغير بسيطًا، وقد تكون مجرد سؤال يخطر على البال ثم يلح عليه منتظرًا جوابًا، وقد تكون مشاهدة غير مألوفة تتطلب تفسيرًا مقبولاً.

ويلقى الإنسان فى حياته كثيرًا من المشكلات نتيجة تفاعله المستمر مع

---

(١) محمد صابر سليم وسعد عبدالوهاب نادر، الجديد فى تدريس العلوم، الطبعة الثانية، (القاهرة: د. ن.، ١٩٧٢) ص ص: ٩٧ - ١٠٠.

البيئة التى يعيش فيها، وتتوفر لديه الرغبة فى اكتشافها والتعرف عليها. وتتمثل هذه النزعة لدى الطفل الصغير فى استخدام حواسه فى فحص الأشياء واستخدام عقله فى إدراك خواصها ثم يتقدم الطفل فى نموه الفكرى ويتطلع إلى مستوى أعلى من المعرفة، وعندئذ تواجهه المشكلات فيسأل لماذا؟ ثم يزداد نموه ونضجه ويزداد عقله إدراكًا وتفتحًا فيسأل كيف؟ وأين؟ كأنما يريد أن يحل جميع ما يواجهه من مشكلات!!.

غير أن الفوائد التى تتحقق فى تدريس العلوم والتربية العلمية من استخدام مدخل حل المشكلات لا تتم بصورة آلية لمجرد صياغة موضوع الدرس فى صورة مشكلة. ذلك أن هناك عدة اعتبارات، ينبغى مراعاتها فى إثارة واختيار المشكلة التى تتخذ محورًا للدرس. ومن أهم هذه الاعتبارات:

- أن تكون المشكلة شديدة الصلة بالتلميذ: حتى يعتبرها مشكلته هو وحتى يدرك أهميتها ويقدر خطورتها وينفعل بها ويسعى بدافع تلقائى إلى العمل على حلها. أما عندما يحول المعلم مشكلة الدرس إلى سلسلة من الأسئلة ويظن بذلك أنه يدرب تلاميذه على أن يفكروا تفكيرًا علميًا، فإنه يكون واهمًا. ذلك أن هناك فرقًا كبيرًا بين السؤال والمشكلة. فعلى الرغم من أن كل مشكلة يمكن أن تتخذ صورة السؤال، فإن كل سؤال لا يكون مشكلة. وقد يكون السؤال مشكلة من وجهة نظر المعلم ولكنه لا يكون كذلك من وجهة نظر التلاميذ، فالمعلم الذى يسأل تلاميذه عن أخطار دودة ورق القطن ويظن أن هذه المشكلة الهامة من وجهة نظره تلقى نفس الاهتمام من وجهة نظر التلاميذ، إنما يقع فى الخطأ. والمعلم الفطن هو الذى يعرف كيف يحول السؤال الذى لا يثير اهتمام تلاميذه إلى مشكلة حية عن طريق إبراز صلة الموضوع وتوكيدها بحياتهم.

- أن تكون المشكلة فى مستوى نضج التلاميذ: بمعنى ألا تكون تافهة لدرجة الاستخفاف بها، كما لا تكون معقدة إلى الحد الذى يعوقهم عن متابعة التفكير فى حلها.

- أن ترتبط المشكلة بأهداف الدرس: بحيث يكتسب التلاميذ خلال حلها جوانب التعلم المرجوة منه.

وعلى هذا الأساس، فإن اثارة المشكلات تهميدًا للتفكير العلمى تعتبر عملاً فنيًا بالدرجة الأولى. ولا يستطيع المعلم أن يقطع شوطًا بعيدًا فى هذا الخصوص إلا فى ضوء الدراسة والتدريب والتوجيه.

وهناك إتجاهان فى إثارة مشكلات الدروس، يشير إليهما أحد المربين فيما يلى[١]:

- إتجاه يدعو إلى إثارة المشكلات التى ترتبط بالمجتمع أو بالتلاميذ. فمثلاً عند تدريس موضوع الأسمدة، قد تثار مشكلة التوسع الرأسى فى الزراعة (تحسين الإنتاج) وأهمية الأسمدة فى هذا المجال وحاجة مجتمعنا إلى الأسمدة لتغذية الأرض. ومن هنا نبدأ بدراسة العناصر التى يحتاجها النبات، وتستمر الدراسة لتشمل أنواع الأسمدة وكيفية صناعتها. وعند تدريس موضوع التغذية قد يثير المعلم مشكلة أزمة الغذاء فى العالم (وهى مشكلة تهم التلاميذ ويحسون بها)، ويبدأ من هذا البحث فى العناصر الغذائية اللازمة للإنسان.

- وآخر يدعو إلى إثارة المشكلات التى ترتبط بالعلم نفسه، أى تنبع من البحث فى العلم البحت وتكاد تتشابه مع المشكلات التى واجهها العلماء فى هذا الميدان. فمثلاً عند دراسة الديدان المعوية تظهر مشكلة عدم وجود الاكسيجين اللازم للتنفس، وخلال البحث عن حل لهذه المشكلة يتعلم التلاميذ مفهوم التنفس اللاهوائى. وعند دراسة (الميثيلين) والايثيلين تظهر مشكلة أن ذرة الكربون رباعية التكافؤ تتحد فقط مع ذرتين من الايدروجين أى أنها غير مشبعة بالايدروجين. ومن هنا يبدأ البحث فى هذه المشكلة إلى أن يصل التلاميذ إلى إدراك مفهوم الرابطة الثنائية. وكذا الأمر بالنسبة للرابطة الثلاثية فى المجموعات الأقل تشبعًا.

---

(١) رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، اعداده، نموه العلمى والمهنى، الطبعة الأولى، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٧٤) ص ص: ١١٨ - ١١٩.

هذا، ونود أن نلفت النظر هنا إلى أنه ليس من الضرورى أن تثار المشكلة عن طريق الشرح اللفظى للمعلم. فهناك العديد من الوسائل التى يمكن أن يلجأ إليها المعلم لتحقيق هذا الغرض، مثل العروض العملية.

(ب) تحديد المشكلة:

إذا تهيأ الجو لإثارة المشكلة واحتلت مكانها من عقول التلاميذ، فإن الخطوة التالية تكون تحديد هذه المشكلة بصورة تبين عناصرها وتحول دون اختلاطها بغيرها، وبذلك يسهل توجيه الجهود لحلها. والواقع أن كل مشكلة من المشكلات يمكن تحليلها إلى عدد من العناصر أو المشكلات الجزئية تمهيدًا للتفكير فيها والوصول إلى حل مناسب للمشكلة الرئيسة التى تتألف منها، فليس يكفى مثلاً أن نثير مشكلة تلوث الهواء فى مصر ونقول أننا نريد أن نبحث عن حل لها، وإنما من الضرورى أن نعمل على تحديد العناصر الفرعية أو المشكلات الجزئية المتضمنة فيها، مثل: تحديد أنواع تلوث الهواء فى البيئة المصرية – البحث عن العوامل المختلفة التى تتسبب فى تلوث الهواء فى مصر – معرفة تأثير تلوث الهواء على كل الكائنات الحية والمواد غير الحية – مقارنة المناطق الملوثة الهواء فى مصر بعضها ببعض – مقارنة متوسط درجة تلوث الهواء فى مصر بمثيله فى عدد من الدول المتقدمة – البحث عن الطرق المختلفة التى يمكن بها صيانة الهواء فى مصر من التلوث.

كذلك إذا تناول موضوع الدرس مشكلة مرض البلهارسيا، فيمكن أن يبدأ المعلم بأن يوضح بأنه إذا كان الهدف من بحث هذه المشكلة هو الوقاية من مرض البلهارسيا أو القضاء عليه، فإن هذا يستلزم معرفة دورة الحياة والظروف التى يعيش فيها كل طور واختيار الأساليب المناسبة فى ضوء هذا للقضاء على المرض. وهكذا تتحدد الأسئلة (أو المشكلات) الفرعية التى يمكن أن تعالج خلال الدرس على النحو التالى: ما هى دورة حياة دودة البلهارسيا؟ ما هى الظروف التى يعيش فيها كل طور؟ ما هى الوسائل التى يمكن استخدامها للقضاء على مرض البلهارسيا وتتفق وكل ظرف من هذه الظروف؟.

وعلى المعلم أن يدرب تلاميذه على كيفية تحديد العامل الرئيسى فى المشكلة وأن يوجههم إلى وضع خط تحت الكلمة أو الكلمات الرئيسة فيها أو كتابتها ببنط متميِّز. ومن أمثلة ذلك:

- كيف يستطيع الإنسان أن **يتجنب** التلوث البيولوجى للغذاء؟
- كيف يستطيع الإنسان **مقاومة** انجراف التربة؟
- فى أى الحالات **يطفو** جسم كثيف مثل الحديد على سطح الماء؟
- كيف نقى أنفسنا من الإصابة **بمرض** التيفود؟

وغنى عن البيان أن ننوه بأن الدقة فى تحديد المشكلة تتطلب الدقة فى استخدام الألفاظ والمصطلحات الداخلة فى عملية التحديد هذه.

(جـ) جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة:

بعد تحديد المشكلة، لا بد من القيام بجمع 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 الهامة التى ينبغى أن تتوافر لدى الباحث كى يصل إلى الحل الصحيح لمشكلته، ومن هذه المهارات:[١]

- 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.

---

(١) Kendler, H.H. and Kendler T.S., «Vertical and Horizontal Processes in Problem Solving» in: **Psychologicl Rivew,** 69: 1-16 (1962), p.14.

- 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 الحالية.

(د) فرض الفروض: واختيار أكثرها احتمالاً:

عندما يواجه الإنسان مشكلة، فإنه يتلمس لها حلاً ويحاول أن يجد منها مخرجًا. ولا يكون هذا الحل واضحًا فى البداية وإلا لما كانت هناك مشكلة. ومن خصائص العقل البشرى عندما يوضع فى هذا الموقف المشكل أن ينشط ويتقد ويعمل فى الخيال قبل أن يعمل صاحبه فى الواقع، مستفيدًا من خبرات الماضى وإدراك العلاقة بين عناصر الحاضر بما يعينه على إفضاء هذا الموقف المشكل. وتسمى الاحتمالات التى يتصورها العقل فى مثل هذا الموقف وصولاً إلى الحل الصحيح «الفروض». وتعتبر هذه العملية - عملية فرض الفروض - من أكثر عمليات التفكير العلمى إجهادًا للعقل البشرى، ولا يتوصل الإنسان إلى الفروض المناسبة من فراغ، وإنما هو يستند فى ذلك على المعلومات والبيانات التى قام بجمعها فى الخطوة السابقة.

وعلى المعلم أن يشجع تلاميذه على فرض الفروض المناسبة، وأن يفسح لها صدره وأن يناقشها معهم ويهيىء لهم الفرص لاختبار صحتها.

وعموماً فإنه بالنسبة لأى موقف مشكل يمكن وضع عدد لا نهائى من الفروض لحله، ومن هنا كان لابد من اختيار أكثر هذه الفروض احتمالا. وهذا يؤكد أهمية كل من التفكير الناقد والنمو العلمى للفرد والايمان بركائز الدراسة العلمية ومسلماتها. فهناك فروض تستبعد لأنها لا تتمشى مع خصائص العلم مثل الفروض التى تفسر الظاهرة الموضوعية بناء على وجود

قوى خفية غيبية لا يمكن ضبطها أو قياسها، كما أن هناك فروضا تستبعد لأنها تتناقض مع المعلومات والبيانات الموثوق بصحتها. وتبقى بعد ذلك الفروض التى تحتمل صحتها بدرجة كبيرة. ويمكننا اجمال الشروط أو المعايير التى تجعل من الفرض الذى نختاره لاختبار صحته فرضا جيداً ومحتملاً فى الشروط والمعايير التالية[١]:

١ - أن يكون للفرض علاقة بالمشكلة، وإن كانت ليست هناك قاعدة معينة تحكم هذه العلاقة. ففى بعض الأحيان يتبين لنا أن ماكنا نعتبره غير ذى علاقة بمشكلة ما هو المسئول الأول عنها. فمثلاً من ذا الذى كان يتصور - قبل تقدم العلوم الطبيعية - أن للذباب أو للبعوض علاقة بصحة الانسان ومرضه بل وموته؟!.

٢ - أن يكون الفرض قابلاً لإختبار صحته بأى وسيلة من الوسائل العلمية الممكنة.

٣ - أن يصاغ الفرض بصورة واضحة تيسر فهمه ووضعه موضع الاختبار.

ورغم هذه المعايير التى ينبغى توافرها فى الفرض لكى يكون جيداً، فلعله من الخطأ الإعتقاد بأن الفرض الفاشل دائماً عديم الفائدة. ذلك أنه يوجه أنظارنا إلى كثير من النقاط الهامة المتعلقة بالمشكلة. وقد يكون الفرض الفاشل سبباً فى الوصول إلى الفرض الناجح، أو حتى سبباً فى التوصل إلى حل للمشكلة ذاتها. ولعل فى المثال التالى ما يوضح وجهة النظر هذه[٢]:

● اكتشاف علاج مرض الرعشة الظهرية: انتشر مرض غريب حار الباحثون فى معرفة سببه سنوات طوال، وهذا المرض يصيب الماشية ويعرف بالرعشة الظهرية. وقد افترض «بينيتس» H. Bennetts فى غرب أستراليا أن

(١) الدمرداش سرحان ومنير كامل، مرجع سابق، ص ص: ١٢٤ - ١٢٥.

(٢) و. أ. ب. بيفردج، فن البحث العلمى، ترجمة زكريا فهمى ومراجعة أحمد مصطفى أحمد، الكتاب رقم (٤٥٤) من سلسلة الألف كتاب، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٦٣) ص ٨٣.

يكون المرض راجعاً إلى التسمم بواسطة الرصاص. ولاختبار هذا الفرض، عالج بعض المواشى المصابة بكلوريد الامونيوم وهو الترياق المضاد للرصاص. وقد أسفرت المحاولة الأولى عن نتائج مشجعة، ولكن هذا النجاح لم يستمر فى المحاولات التالية. غير أن هذا الفرض الذى لم تثبت صحته قد أوحى إليه بإفتراض أن المرض قد يكون راجعا إلى نقص أحد العناصر المعدنية التى كانت موجودة بمقادير بسيطة فى عينة كلوريد الأمونيوم التى استعملت أول مرة. ولما تتبع هذا الدليل سرعان ما وجد أن المرض راجع إلى نقص النحاس، الذى لم يكن معروفا عنه من قبل أن نقصه يسبب للحيوان أمراضا من أى نوع. وقد عبر بينيتس نفسه عن طريقة ظهور هذا الكشف بقوله: «لقد جاء حل مشكلة سبب مرض الرعشة الظهرية من دليل عرضى نتج عن إختبار فرض زائف»!

هذا وهناك عوامل متعددة تتحكم فى مدى قدرة الانسان على فرض الفروض المناسبة واختيار أكثرها احتمالا. ومن أهم هذه العوامل:

- خبرة الانسان السابقة بالمشكلة: فكلما زادت هذه الخبرة زادت قدرة الانسان على فرض الفروض الأكثر ملاءمة. ولذلك فإن الفروض التى يتقدم بها الخبراء والمختصون عادة ما تكون أقرب إلى الصواب من تلك التى تصدر عن غير المختصين.

- درجة ذكاء الانسان وقدرته على التخيل: ذلك أن القدرة على فرض الفروض المناسبة أو اختيار أكثرها إحتمالا تتطلب ذكاء وخيالا خصيبا يعين على ادراك العلاقات بين عناصر المشكلة، ومن ثم يعين على الاستنتاج والتوقع.

(هـ) اختبار صحة الفروض المحتملة:

لا يكفى أن يصل الانسان فى معالجة مشكلة من المشكلات إلى مرحلة فرض الفروض ثم يقف عندها. ومن الناس من يقعون فى هذا الخطأ، فيعتبرون فروضهم حقيقة واقعة. ونستطيع أن نتحقق من صحة الفروض

بطريقتين هما: الملاحظة والتجربة. وسوف نتناول كلا منهما فيما يلى:

١ - **اختبار صحة الفروض بالملاحظة:** للملاحظة أهمية كبيرة فى التفكير العلمى، فهو يقوم عليها ويتقيد بها. وهى الاساس الذى يمكن الانسان من الشعور بمشكلة من المشكلات، أو اقتراح فرض من الفروض، كما أنها لازمة لاختبار صحة الفرض وسلامة الاستدلال.

ولكى تقوم الملاحظة بدورها فى التفكير العلمى، لابد أن تتوافر فيها شروط من أهمها[١].

- أن تكون الملاحظة دقيقة.
- أن تكون الملاحظة شاملة.
- أن تتم الملاحظة تحت مختلف الظروف.
- ألا نخلط بين الملاحظة والحكم.
- الا يهمل فى الملاحظة الشاذ أو النادر.
- أن تشمل الملاحظة سائر وجوه الشىء الذى نلاحظه.

٢ - **اختبار صحة الفروض بالتجربة:** التجربة نوع من الملاحظة، ولكننا فى ظروف الملاحظة العادية نشاهد الأشياء على طبيعتها دون أن نحاول التدخل فى أمرها أو التأثير عليها. أما فى التجربة فإننا نحاول اخضاع العوامل التى تؤثر فى ظاهرة من الظواهر لسيطرتنا لكى نشاهد وندرس الآثار المترتبة على ذلك. ويساعدنا اجراء التجارب فى الوصول إلى علاقة عامل معين أو مجموعة من العوامل بظاهرة معينة. وعلى ذلك فإن للتجربة وظيفة هامة هى كشف الأسباب أو اثبات صحة الفروض التى نفرضها عند محاولة تفسير ظاهرة من الظواهر.

اعتبارات لازمة عند اختبار صحة الفروض: وهناك عدة إعتبارات

(١) الدمرواش سرحان ومنير كامل، مرجع سابق، ص ص: ١٢٨ - ١٣٢.

ينبغى مراعاتها عند اختبارنا لصحة الفروض المحتملة ويمكننا أن نشير إلى أهم هذه الاعتبارات فيما يلى:

(١) عدم التشبث بالفروض التى لا تثبت صحتها: الفرض أداة يمكن أن تسبب متاعب للباحث إذا لم يحسن استخدامها. ولهذا ينبغى عليه أن يكون على استعداد لتعديل فروضه أو التخلى عنها طالما يتضح أنها لا تتمشى مع الواقع. ولعل من السمات البارزة لعلماء مثل: «دارون» أو «برنار» أنهما كانا على استعداد لتعديل فروضهما أو التخلى عنها كلية بمجرد إدراكهما أن الحقائق المشاهدة لا تؤيدها. وقد شبه «زينسر»، فى استعارة رائعة، من يتشبثون بالفروض العقيمة أو الباطلة «بالدجاج الراقد على بيض مسلوق»[١].

ولعل مكمن الخطورة فى هذا الخصوص هو فى أن تدوم فروض عقيمة أو باطلة، تلك الفروض التى تعتبر المسئولة فى المخل الأول عن عرقلة تقدم العلم وتعثر خطواته، ولنضرب لذلك مثلين: أولهما ذلك الإعتقاد القديم بأن جميع المعادن تحوى زئبقا، والآخر نظرية «الفلوجستون» Phlogiston التى تتلخص فى أن كل مادة قابلة للاحتراق تحوى عنصرا يتصاعد عند الاشتعال يعرف «بالفلوجستون». وقد عاق هذا الوهم تقدم الكيمياء فترة طويلة ووقف حجر عثرة فى طريق فهم عمليات الاحتراق والأكسدة والإختزال، وغيرها. وقد بلغ من تشبث بعض العلماء بهذه الفكرة الخاطئة أو هذا الفرض العقيم الباطل أن إعتنقها فترة طويلة من الزمن ثلاثة من كبار العلماء الإنجليز، هم: «بريستلى» Priestly و «وات» Watt و «كافندش» Cavendish وذلك على الرغم من اكتشاف العالم الفرنسى «لافوازيه» Lavoisier زيفها فى عام ١٧٧٨. وظل بريستلى غير مؤمن بالفكرة الجديدة التى توصل إليها لافوازيه حتى مماته فى عام ١٨٠٤[٢].

غير أننا لا ننكر أن الإيمان بالفرض والمثابرة على التحقق الكامل من

---

(١) و. أ. ب. بيفردج: مرجع سابق، ص ص: ٨٦-٨٧.

(٢) المرجع الأخير، ص ص: ٩١ - ٩٢.

صحته قد يكون أمرا مرغوبا فيه إلى أبعد حد فى بعض الأحيان. ومن الأمثلة التى توضح وجهة النظر هذه:

● اكتشاف مادة لعلاج مرض الزهرى: افترض «بول ايرليش» أنه لما كانت بعض الأصباغ تصبغ أنواعا معينة دون غيرها من البكتريا والحيوانات الأولية (البروتوزوا)، فقد يكون من الممكن إيجاد مواد تمتصها هذه الطفيليات فتقتلها دون إتلاف خلايا العائل. وقد مكنه إيمانه بفرضه هذا من الصمود فى وجه الفشل المتكرر الذى تعرض له والاخفاق المتواصل الذى أصابه فقد ظل يختبر صحة فرضه مرات عديدة حتى وجد فى إحدى المرات أن إحدى الاصباغ لها بعض الفاعلية ضد الحيوانات الأولية، وقد قاده كشفه هذا إلى المزيد من البحث فى هذا الاتجاه، حتى اهتدى فى النهاية إلى مادة زرنيخية فعالة (السلفاريان) فى علاج مرض الزهرى.

ومما هو جدير بالذكر أن ننوه هنا بالصبر والمثابرة اللتان اتصف بهما هذا العالم فى إختباره لفرض آمن به حتى توصل إلى كشفه الهام، إذ كان رقم المادة التى توصل إليها هو السادس بعد الستمائة فى مجموعة المواد التى جربها. وربما كان هذا من أحسن الأمثلة فى تاريخ دراسة الأمراض بصفة خاصة والبحث العلمى بصفة عامة التى تدل على مدى الايمان بفرض إلى حد التغلب على صعوبات بدت كأنها أكبر من أن تقهر[١].

● كشف التحصين ضد الدفتيريا: بين «لوفلر» Loffler فى أبحاثه المبكرة التى أجراها على مرض الدفتيريا أن عصيات (باسيللات) الدفتيريا تظل محصورة فى موضع العفن فى حيوانات التجارب التى تموت بعد تلقيحها بهذه الطريقة، ولذلك افترض أن الموت يرجع إلى توكسين (سم) تنتجه هذه البكتريا.

وقد قام «أميل رو» Emile Roux على أساس هذا الفرض بكثير من التجارب محاولا إثبات وجود هذا التوكسين فى مستنبتات البكتيريا، ولكنه لم يستطع إثبات ذلك على الرغم من محاولاته العديدة. ومع ذلك فقد أصر على إيمانه بفرضه، وحقن أحد الأرانب ـ فى محاولة يائسة ـ بجرعة زائدة عن الحد

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٨٠ ـ ٨١.

من راشح المستنبت البكتيرى. ومما يدعو إلى الدهشة أن الأرانب تحملت الحقن بهذا المقدار الكبير من الراشح. غير أنه بعد مرور وقت كاف مات الحيوان متأثرا بسموم الدفتريا. وما أن تأكدت هذه النقطة حتى كشف «رو» أن صعوباته كانت راجعة إلى عدم حضانة المستنبتات البكتيرية وقتا كافيا لتنتج كثيرا من السموم، وقد أدى هذا إلى الكشف عن كيفية التحصين ضد الدفتريا[١].

ولعل فيما تقدم ما يشير إلى أن هناك فرقا كبيرا بين التشبث بعناد بفرض لا يصمد أمام الأدلة المعارضة، وبين المثابرة والاصرار على فرض يصعب إثباته ولكن ليس هناك دليل واضح ضده.

(ب) الموضوعية: هناك مزلق ينبغى الحذر منه دائما، ذلك أنه ما إن يضع الباحث فرضا حتى تنزع دوافعه الذاتية إلى التأثير فى مشاهداته وتفسيراته وأحكامه بحيث يكون معرضا للتفكير المغرض بطريقة لا شعورية. وقد وقع فى هذا المزلق عالم كبير هو مندل حيث جاءت نتائجه متحيزة لصالح ما كان يتوقعه. كذلك كان عالم الحيوان الألمانى «جاتكه» Gatke مؤمنا بآرائه الخاصة بقدرة الطيور على الطيران السريع إلى حد أنه سجل مشاهدات لطيور تقطع أربعة أميال فى الدقيقة. والمعتقد أنه كان حسن النية تماما فيما قاله، ولكنه سمح لآرائه بأن تضلله بحيث تدفعه إلى تسجيل مشاهدات زائفة.

ولعل أفضل الطرق لتوقى هذه الميول الذاتية المغرضة، هى تنمية قدرة الباحث الذهنية على إخضاع ميوله وأمانيه وغيرهما من نزعاته الذاتية للأدلة الموضوعية، وعلى احترام الأشياء كما توجد فى الواقع، وأن يتذكر دائما أن الفرض ما هو إلا مجرد اقتراح. وهذا مصداق لقول «توماس هكسلى» Thomas Huxley البليغ: «إن مهمتى هى تدريب أمانى على التكيف مع الواقع لا محاولة تنسيق الواقع حسب هذه الأمانى».

وقد اقترح «تشامبرلين» Chamberlain طريقة مناسبة لتوقى هذا الزلل،

---

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٧٦ ـ ٧٧.

تعرف بقاعدة «الفروض المتعددة» Multiple Hypotheses فى البحث، وتتلخص فى وجوب وضع أكبر عدد ممكن من الفروض مع التنقيب عن الوقائع المتعلقة بكل منها[١].

(جـ) الاختبار المحض للفروض: ينبغى ألا يتعجل الباحث اعتناق أى فرض طرأ على ذهنه مهما بدا ملائمًا، وإنما لابد من تمحيصه حيث قد تثبت التجربة خطئه، والأمثلة كثيرة على فروض بدت أنها بديهية ولكن التجارب أثبتت عقمها وبطلانها. ففى حالات تليف الكبد مثلا، كان يبدو أنه من المعقول تماما أن يتناول المريض غذاء منخفض البروتين حتى يتجنب إنهاك كبده بقدر الإمكان. ولكن الأبحاث الحديثة أثبتت أن هذا الإجراء بالذات هو ما يجب تجنبه، إذ إن الغذاء المنخفض البروتين يمكن أن يكون هو نفسه سببا فى تليف الكبد. وبالمثل فإنه حتى سنوات قلائل خلت لم يحاول أحد أن يناقش مدى صحة الطريقة المتبعة فى إراحة المفاصل التى إلتوت، إلى أن وجد شخص جرىء أن ممارسة التدريبات الرياضية كفيلة بالإسراع فى شفائها. كذلك فقد اعتاد الفلاحون طوال سنوات عديدة الاحتفاظ بسطح التربة مفككا معتقدين أن ذلك يقلل من فقد الماء بالبخر ولكن «ب.أ.كين» B.A. Keen أوضح أن هذا الإعتقاد كان قائما على تجارب ناقصة. ومن ثم فإن هذا الاجراء عديم الفائدة فى أغلب الأحوال، وهكذا وفر على الفلاحين كثيرا من النفقات غير المجدية[٢].

(و) الوصول إلى حل للمشكلة:

بعد أن تتم عملية اختبار صحة الفروض المختلفة، يصل الباحث إلى خطوة أساسية من خطوات مدخل حل المشكلات، وهى النتيجة التى تتمثل فى

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٨٨ ـ ٨٩.

وللإطلاع على طريقة «تشامبرلين» بالتفصيل، انظر:

Chamberlin, T.C., «The Method of Multiple Working Hypotheses» in: Science, Vol. 148 (May 7, 1965).

(٢) و. أ. ب. بيفردج، مرجع سابق، ص ص: ٩٠ ـ ٩١.

حل المشكلة موضع البحث. وقد تكون هذه النتيجة قاطعة مثل أن الأحماض تؤدى إلى تغيير لون عباد الشمس الأزرق إلى الأحمر، وقد تكون مجرد فرض ما زال غير مؤكد الصحة.

وما ينبغى أن نوجه النظر إليه هنا هو أن قيمة النتيجة التى توصلنا إليها تتوقف على الفروض التى فرضناها والجهود التى بذلناها للتحقق من صحتها وأساليب الاستدلال التى اعتمدنا عليها، ومعنى ذلك ـ بعبارة أخرى ـ أننا لا نستطيع أن نجزم كل الجزم بصحة هذه النتيجة. فقد تبدو لنا بعد ذلك فروض أخرى أشد حجة وأقوى بيانا من التى استخدمناها. فقد تكشف الملاحظة والتجربة لنا ما لم نكن نحط به من قبل، وقد يتبين لنا أننا وقعنا فى بعض أخطاء الاستدلال. ولهذا يتعين علينا أن نعدل فروضنا، ومن ثم نعدل نتائجنا فى ضوء البيانات الجديدة.

والواقع أن التفكير العلمى لا ينتهى بالوصول إلى نتيجة من النتائج مهما بدا لنا من قوتها وشدة اقتناعنا بها. والواجب أن يبقى الباحث مرهف الحس متفتح العقل متطلعا دائما إلى كل ما يلقى ضوءا جديدا على النتيجة التى وصل إليها سواء كان هذا الجديد يؤيدها أم يخالفها.

(ز) التعميم من النتائج:

إن القيمة الأساسية للعلم ليست فى أنه يبحث عن حلول لمشكلات طارئة أو جزئية، بل فى وصوله إلى مجموعة من الحقائق والقوانين والنظريات التى يمكن استخدامها فى مواقف جديدة مشابهة. ومن هنا كانت عمليات التجريد بقصد الوصول إلى تعميمات معينة هى عمليات مصاحبة للتفكير العلمى، وينبغى أن يدرب عليها التلاميذ. ولهذا يقتضى محاولة تطبيق ما نصل إليه من حقائق علمية أثناء بحثنا للمشكلات والمواقف الجزئية على مشكلات ومواقف مشابهة. وعن طريق عمليات المقارنة وتحليل النتائج يمكن التوصل إلى تعميم يستفاد منه فى المواقف الجديدة، فمثلا إذا توصل التلاميذ إلى أن هناك علاقة بين حجم جسم ما وقوة دفع الماء عليه فإنه قد يبدأ فى تطبيق هذه العلاقة

باستخدام سوائل أخرى ليصل إلى تعميم ينطبق على جميع الأجسام التى تنغمر فى السوائل المختلفة.

وفى هذا الصدد توجد عدة اعتبارات ينبغى مراعاتها منها:[١]

- التمييز بين المواقف الجديدة والموقف التجريبى الحالى.
- عدم محاولة استخدام النتائج للوصول إلى تعميمات فى مواقف لا تتشابه مع الموقف التجريبى الحالى.
- معرفة محددات النتائج وعدم التعميم إلى مدى أبعد من حدود الظروف والأدلة الخاصة بالموقف التجريبى الحالى.

(ح) إستخدام التعميمات فى التفسير:

لا تكمن قيمة التعميمات التى يمكن التوصل إليها فى حل مشكلة ما فحسب، وإنما فى إمكانية إستخدام هذه التعميمات فى تفسير كثير من الظواهر المرتبطة بهذه المشكلة.

٣ - أمثلة توضح: كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم بإستخدام مدخل حل المشكلات

نقدم فيما يلى أمثلة توضح كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات، كى تكون للمعلم بمثابة التطبيق العملى لخصائص مدخل حل المشكلات وخطواته تعينه على الإستخدام الأمثل لهذا المدخل الهام من مداخل تدريس العلوم.

(أ) ظاهرة تصاعد فقاعات غازية فى مربى مائى:

الشعور بالمشكلة: لاحظ أحد تلاميذ المرحلة الاعدادية ظهور فقاعات غازية فى المربى المائى (اكواريوم) الموجود بمعمل العلوم فى المدرسة. وأثارت

---

(١) Kendler, H.H. and Kendler, T.S., op. cit., p.15.

هذه الملاحظة اهتمامه، مما دفعه لأن يسأل معلم العلوم عن سبب وجود هذه الفقاعات فى المربى. ورأى المعلم أن فى ذلك فرصة سانحة لتدريب تلاميذه على بعض المهارات المتضمنة فى مدخل حل المشكلات، ومنها الحصول على البيانات المتعلقة بالمشكلة موضع البحث. وفعلا طرح المعلم المشكلة أمام التلاميذ وأثار اهتمامهم بها، وبدأت مناقشة حول كيفية الحصول على المعلومات اللازمة لمعرفة الاجابة عليها.

تحديد المشكلة: وعندما حاول التلاميذ تجميع البيانات المطلوبة، تبين لهم أن المشكلة غير واضحة وغير محددة وبالمناقشة ظهرت الحاجة إلى ضرورة معرفة «طبيعة» هذه الفقاعات ومصدرها، وقد صيغت هاتان المشكلتان الفرعيتان على النحو التالى: مم تتكون هذه الفقاعات؟ (أو ما الغاز الذى تتكون منه هذه الفقاعات؟)، وما مصدرها (أى من أين تأتى؟).

فرض الفروض: وللاجابة عن السؤال الأول: مم تتكون هذه الفقاعات؟ إقترح التلاميذ ـ بناء على خبراتهم السابقة ـ أن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات إما أن يكون بخار الماء، أو الأكسيجين، أو الأيدروجين (لاحظ أن الأكسيجين والأيدروجين هما مكونا الماء)، أو ثانى أكسيد الكربون (لاحظ أن الفرض الخاص بهذا الغاز ربما جاء نتيجة دراسة التلاميذ للتنفس وشعورهم بأن الغاز المتصاعد ربما كان نتيجة تنفس الأسماك الموجودة فى المربى).

ومن هذه الفروض التى أقترحها التلاميذ نلاحظ أمرا فى غاية الأهمية، وهو أن قدرة التلاميذ على اقتراح الفروض المناسبة ترتبط إلى حد كبير بخبراتهم السابقة. فإذا كان التلاميذ على علم ببعض الحقائق المرتبطة بهذا الموضوع لما تخبطوا فى وضع الفروض غير المناسبة، مثل ما حدث فى الفرض الخاص بأن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن بخار الماء، وما حدث فى الفرض الخاص بأن هذا الغاز عبارة عن ثانى أكسيد الكربون.

إختيار الفروض المناسبة: لما كانت خبرة التلاميذ غير كافية فى بعض الأحيان لاقتراح الفروض المناسبة، فإنه يصبح من الضرورى تحليل اقتراحات التلاميذ واستبعاد تلك التى لا تتوافر فيها المعايير السابق ذكرها.

ويحسن ـ كخطوة مبدئية ـ أن يتم اختيار الفروض أو استبعادها على أساس الحقائق المعروفة لنا. ففى المثال الذى نحن بصدده، واضح جدا أن الفرض الذى يقول أن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن بخار الماء هو فرض غير مقبول، لأنه لو كان كذلك لتكثف البخار فى ماء المربى. وبالنسبة للفرض الخاص بأن الغاز هو ثانى أكسيد الكربون، فيمكن تحليله على أساس أن غاز ثانى أكسيد الكربون من الغازات التى تذوب فى الماء. ومع ذلك، فيمكن الابقاء عليه على افتراض أن الماء فى المربى قد يكون مشبعا بهذا الغاز وينطلق ما يزيد منه فى صورة فقاعات. وليس معنى هذا أن نستبعد كل الفروض التى لا تدعمها الحقائق المعروفة لنا، فقد تكون هى الفروض الصحيحة، وما نعلمه نحن عنها غير كاف للحكم على مدى صلاحيتها أو ارتباطها بالمشكلة.

ومعنى ما تقدم أن استبعادنا لبعض الفروض دون سواها ينبغى أن يتم على أساس معرفتنا بالحقائق التى تؤكد عدم صلاحية الفرض المقترح، وإذا لم تتوفر لدينا المعرفة الكافية فيجب الإبقاء على هذه الفروض ووضعها موضع الاختبار.

أما المشكلة الثانية التى شعر التلاميذ بالحاجة إلى معرفة الاجابة عليها وهى: من أين تأتى الفقاعات؟، فقد اقترح التلاميذ لها الفروض التالية: إما أن تأتى الغازات من الأسماك، أو من النباتات، أو من القواقع، أو من الرمل، أو من الماء. وهى المكونات المختلفة للمربى المائى.

وتبدو هذه الفروض مقبولة من جانب التلاميذ، وإن كان غيرهم قد لا يقبلها جميعا ويستبعد بعضها بناء على خبرته السابقة، ولكن المهم هنا هو خبرة التلاميذ الذين تواجههم المشكلة وليست خبرة الكبار. فالمعلم يعرف الاجابة ويعرف الفرض الصحيح، ولكنه فى هذا الموقف يناقش كل فرض على أساس ما يعرفه تلاميذه وليس على أساس ما يعرفه هو. وهذه ملاحظة هامة ينبغى ألا تغيب عن بال معلم العلوم الذى يهدف إلى تدريب تلاميذه على التفكير السليم.

٤ ـ اختبار صحة الفروض المقترحة: ولاختبار صحة الفروض السابقة لابد من الالتجاء إلى التجربة. وفعلا ناقش المعلم تلاميذه فى كيفية القيام بتجارب مناسبة.

فبالنسبة للمشكلة الأولى، تبين أنه يلزم جمع الفقاعات المتصاعدة لاختبارها والتعرف على نوع الغاز. وفكر التلاميذ فى طريقة جمع الغاز، وتوصلوا إلى ضرورة استخدام قمع ينكس فوقه مخبار مملوء بالماء كى يمكن جمع الغاز المتصاعد بإزاحة الماء إلى أسفل. ولكنهم تبينوا أن حوض المربى واسع ولابد من استخدام قمع كبير، ولا يوجد بالمدرسة قمع بهذا الحجم. وإقترح بعض التلاميذ عمل قمع من الصفيح وفق الصفات المطلوبة فى التجربة واقترح بعضهم الآخر وضع جزء من كل ما هو موجود فى المربى (النباتات، والأسماك، والقواقع، والماء، والرمل) فى حوض أصغر واستخدام أى قمع من الأقماع الموجودة فى المدرسة. وخشى بعض التلاميذ أن تكون هناك عوامل أخرى يمكن أن تؤثر فى التجربة إذا إكتفى بأخذ عينة من مكونات المربى. وإتفق الرأى أخيرا على أن تجرى التجربتان، وفعلا تمت التجربتان، وجمع التلاميذ الغاز المتصاعد، وكشفوا عليه فى الحالتين وتبين لهم أنه غاز الأكسيجين.

وبالنسبة للمشكلة الثانية، اقترح التلاميذ إجراء تجارب مناسبة، تتلخص فى وضع نباتات فقط فى حوض، وأسماك فقط فى حوض ثان، وقواقع فقط فى حوض ثالث، وماء فقط فى حوض رابع، ورمل فقط فى حوض خامس، واقترح المعلم أنه طالما أن الأسماك لا تستطيع أن تعيش بدون ماء، فإنه ينبغى إضافة الماء إلى كل حوض من الأحواض الخمسة المستخدمة. وبعد مدة لاحظ التلاميذ أن الفقاعات قد تكونت فى الحوض الذى به النباتات، وأن الغاز المتصاعد هو أيضا غاز الأكسيجين.

لاحظ مدى الفكر والتفاعل والإيجابية التى عاشها التلاميذ خلال هذه التجارب المثيرة. ولاحظ أيضا مدى ما تعلموه من خبرات، حقيقة أنها أخذت

وقتا طويلا ولكن ما استفاده التلاميذ منها يعادل فى قيمته أضعاف ما بذل فيها من جهد وما أنفق فيها من وقت.

الوصول إلى النتيجة: وفى ضوء ما تقدم، تمكن التلاميذ من الاجابة على السؤالين الخاصين بالمشكلة موضع البحث، وهى أن الفقاعات المتصاعدة فى المربى عبارة عن غاز الأكسيجين، وأن مصدرها يرجع إلى النباتات الموجودة فى المربى.

التعميم من النتائج: إن النتائج التى نحصل عليها من اختبار الفروض، لا تنحصر قيمتها فى أنها تحل المشكلة التى نبحثها فحسب، ولكن تساعد أيضا فى الوصول إلى تعميمات أشمل وأعمق. فمثلا لو أن التلاميذ فى المثال الذى نحن بصدده توصلوا إلى أن النباتات الخضر الموجودة فى المربى يمكنها أن تكوِّن - فى وجود الضوء وثانى أكسيد الكربون والماء - مواد كربوايدراتية، وينتج عن ذلك انطلاق غاز الأكسيجين، فإن هذه النتيجة - مع نتائج أخرى مشابهة - تمكننا من الوصول إلى مفاهيم أكبر وأوسع فتعميمات.

استخدام التعميمات فى التفسير: ويمكننا استخدام التعميمات التى توصلنا إليها فى تفسير ظواهر ومواقف جديدة. فمثلا يمكننا استخدام التعميمات فى المثال الذى نحن بصدده فى تفسير ظواهر ومواقف معينة مثل تفسير سبب وجود الأكسيجين بنسبة ثابتة تقريبا فى الجو، وتفسير الارتباط الوثيق بين حياة الإنسان وعملية البناء الضوئى، تلك العملية التى بدت للتلاميذ مشكلة صغيرة على شكل فقاعات غازية فى المربى المائى الموجود فى معمل العلوم بالمدرسة[١].

(ب) دور الميكروبات فى انتشار الأمراض:

يمكن للمعلم تقسيم هذا الموضوع المتسع، باعتباره موضوعا لوحدة دراسية، إلى عناصر أصغر يقوم بتدريس كل منها فى حصة واحدة أو عدد قليل من الحصص، وذلك على النحو التالى:

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ١٦٨ - ١٧٣.

(أ) الموضوع الأول: طريقة الحصول على بعض الميكروبات ومشاهدتها.

(ب) الموضوع الثانى: تعرف أماكن وجود الميكروبات.

(جـ) الموضوع الثالث: بيان ما يحدث عند وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(د) الموضوع الرابع: طرق وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(هـ) الموضوع الخامس: الظروف الملائمة لانتشار الميكروبات وطرق مقاومتها.

وسوف نوضح فيما يلى كيف يمكن للمعلم ـ بالاشتراك مع تلاميذه ـ تدريس أحد هذه الموضوعات الخمسة، وهو الموضوع الثانى، مستخدما مدخل حل المشكلات.

الموضوع: تعرف أماكن وجود الميكروبات:

الشعور بالمشكلة: بعد أن يكون التلاميذ قد تمكنوا ـ فى الموضوع الأول ـ من رؤية بعض الميكروبات وملاحظة تكاثرها، يصح أن يثير المعلم معهم مشكلة جديدة بسؤالهم عن المصدر الذى نشأت منه هذه الميكروبات.

تحديد المشكلة: ولما كان من اللازم تحديد المشكلة قبل محاولة حلها، فمن الممكن تحديد المشكلة السابقة فى صورة سؤال كالتالى: ما مصدر هذه الميكروبات المتكونة؟

فرض الفروض: وللوصول إلى إجابة على السؤال المطروح، يقتضى الأمر جمع بعض المعلومات السابقة ذات الصلة به. وهنا ينبغى على المعلم أن يشجع تلاميذه على الإدلاء بما قد يكون لديهم من خبرات سابقة عنه، فقد يتبادر إلى أذهانهم مثلا أن بعض الأغذية (كالخبز والبرتقال) هى مصدر تكون الميكروبات أى أن الميكروبات قد تولدت من الغذاء نفسه، فإذا صح فكيف نعلل عدم فساد اللحوم المحفوظة فى العلب بعيدا عن الهواء، فإذا تسرب

الهواء إلى داخل العلبة كان هذا سببا فى فسادها. هل الهواء هو المصدر الذى جاءت منه الميكروبات إلى الغذاء فتكاثرت وانتشرت فيه؟ هذا إذن أحد الفروض المحتملة. ولكن كيف نعلل مثلا أن الخبز اللين سريع العطب بالمقارنة بالخبز الجاف، هل الماء هو المصدر؟. هذا فرض ثان يحتاج إلى تأييد أو تفنيد.

ومعنى هذا أننا الآن حيال أربعة فروض أو احتمالات: قد يكون الغذاء هو المصدر، وقد يكون الهواء هو المصدر، وقد يكون الماء هو المصدر، وقد تكون هذه العناصر الثلاثة جميعها هى المصدر.

اختبار صحة الفروض المحتملة: بعد ذلك تظهر الحاجة إلى تجربة تصلح لاختبار صحة كل فرض من الفروض المشار إليها، والتجربة فى هذا الموضع لها قيمة كبيرة باعتبارها من أهم مصادر المعلومات الموثوق بصحتها. ومن الضرورى دائما أن يحس التلاميذ بالحاجة إلى التجربة قبل إجرائها وأن يتضح فى أذهانهم الغرض الذى دعا إلى القيام بها. فقيمة التجربة وكيفيتها تستمد جميعها من مكانها فى سلسلة الخطوات التى يتألف منها مدخل حل المشكلات.

وفى ضوء ما تقدم يشجع التلاميذ على تصميم تجربة أو أكثر للبت فى مصير الفروض السابقة. فقد يقترح البعض استعمال قطعة برتقال مثلا كوسط غذائى تتكاثر فيه الميكروبات تحت الظروف المختلفة من حيث توفر الهواء أو الماء. ولكن يعترض على هذا بأن قطعة البرتقال قد تكون هى مصدر الميكروبات المتكونة وفقا لأحد الفروض السابقة. ولا بأس من أن يعاون المعلم تلاميذه ببعض الإقتراحات أو التوجيهات كلما دعت الحاجة إلى ذلك. كأن يذكر لهم مثلا أنه لو أمكن الحصول على وسط غذائى ملائم لنمو الميكروبات ولكنه خال منها، وأمكن توصيل كل من المصادر السابقة المحتملة بهذا الوسط كل على حدة، وأمكن نتيجة هذا الاتصال فحص ما قد تكون على الوسط المذكور بعد انقضاء مدة كافية ـ لو أمكن هذا لكان فيه الأساس لتصميم التجربة.

وفى ضوء هذا يصح أن تتكون الأدوات المطلوبة لاجراء التجربة من أربعة أطباق من الجيلاتين (وهو الوسط الغذائى الملائم لنمو الميكروبات)، وقطعة صغيرة من اللحم وبعض البسلة المطهية وبعض الماء. وتتلخص الطريقة فى تعريض أحد الأطباق لهواء الغرفة لبضع دقائق ثم تغطيته، ووضع بعض البسلة أو اللحم على سطح الجيلاتين فى طبق ثان وإخراجها ثم تغطيته، ووضع بضع قطرات من الماء فى الطبق الثالث وتغطيته، وترك الطبق الرابع مغطى دون تعريضه للهواء أو غيره وذلك للمقارنة، ثم يترك الجميع لمدة يومين، ويحسن هنا أن يوجه التلاميذ لملاحظة ما يحدث ببعض التوجيهات والأسئلة مثل: لاحظ المجموعات أو المستعمرات المتكونة – أى الأطباق تكون فيه أكبر مقدار منها، وما السبب فى ذلك؟ هل تختلف المستعمرات المتكونة من حيث الحجم واللون والشكل وما الذى يدل عليه هذا؟ ويصح أن يطلب إلى التلاميذ إنتزاع جزء صغير على سن إبرة من الميكروبات المتكونة وتجهيزه على شريحة للفحص المجهرى، وأن يوجههم إلى ملاحظة ما إذا كانوا يرون فى هذا الفحص أجساما تتحرك حركة ذاتية، وهل من الممكن تحديد مكان لها بالرسم؟.

الوصول إلى النتيجة: يصبح من الممكن أن يصل التلاميذ إلى النتيجة التى هى بمثابة الإجابة على السؤال الذى حددوا به المشكلة موضع البحث. وتتلخص هذه النتيجة فى أن الميكروبات قد تكون موجودة فى جميع الأوساط التى لا نستغنى عنها من هواء وماء وغذاء[١].

وجدير بالذكر هنا أن تسرع المعلم بإخبار التلاميذ بهذه النتيجة مقدما قبل إجراء التجربة، يفقدهم الشوق إلى ترقبها مما قد يدعوهم إلى الانصراف عن الدرس. هذا فضلا عن أنه قد يعودهم الاعتماد على صحة ما ينقل إليهم من المعلومات دون تمحيص أو تفكير، مما يتنافى والاتجاهات العلمية المرغوب فيها.

(١) عياد بياوى خليل، مرجع سابق، ص ص: ١٤١ ـ ١٤٤.

(جـ) ظاهرة الاحتراق:

الشعور بالمشكلة: كان المعلم يتكلم عن ظاهرة الاحتراق وقام بتنكيس ناقوس فوق شمعة مشتعلة. فلاحظ التلاميذ أنها تنطفئ بعد فترة وجيزة، ولما سألهم عن السبب فى ذلك، أجاب بعضهم أن الهواء يحتوى على جزء فعال هو الأكسيجين، وعندما يستهلك هذا الجزء فى الاحتراق تنطفئ الشمعة.

تحديد المشكلة: وهنا أثار أحد التلاميذ سؤالا عما يحدث إذا رفع الناقوس المنكس فوق الشمعة المشتعلة بضعة سنتيمترات عن المنضدة، هل تنطفئ الشمعة أم تستمر فى الاشتعال؟.

فرض الفروض: ترك المعلم الفرصة للتلاميذ للتفكير فى السؤال والاجابة عليه، وقد تنبأ عدد منهم بأن الشمعة ستظل مستمرة فى الاشتعال فالهواء الموجود بالمخبار لم يعد معزولا عن الهواء الجوى. بينما أجاب بعضهم الآخر بأنها ستنطفئ. ومن هؤلاء من لم يستطع أن يعطى أسبابا لانطفائها عندما سئل عن ذلك. بينما قال البعض أن الشمعة ستنطفئ لأن زجاج الناقوس سيسخن. وذكر أحد التلاميذ أن الشمعة ستنطفئ، لأن الغازات الساخنة ترتفع إلى أعلى، وأن تلك الغازات يكون ما بها من أكسجين قد استهلك واحتوت على نسبة كبيرة من ثانى أكسيد الكربون الناتج عن الإحتراق. ولما كان الناقوس لا توجد فى أعلاه فتحة فإنها تظل مالئة للناقوس، ومحيطة بالشمعة التى لن تجد مددا من الأكسيجين يساعدها على الاحتراق فتنطفئ.

اختبار صحة الفروض المقترحة: وعندئذ طلب المعلم من تلاميذه أن يقترحوا كيف يمكن ترجيح أحد الفرضين على الآخر: وهما أن الشمعة ستستمر فى الاشتعال أو أنها ستنطفئ. ولفت إنتباههم إلى أن الفروض فى العلم لا يحكم على صحتها أو خطئها بأخذ الأصوات!.

وتوصل التلاميذ إلى أنه يمكن إشعال الشمعة وتثبيتها فوق المنضدة، ثم ينكس الناقوس عليها بحيث ترتكز حافته على مكعبين صغيرين يوضعان بجانب الشمعة وأجريت التجربة، وانطفأت الشمعة.

ونبه المعلم تلاميذه إلى أن التجربة برهنت فقط على أن الشمعة تنطفئ ولكنها لم تبرهن على صحة أحد التأويلات التي اقترحت سببا لانطفاء الشمعة، واستحثهم على اقتراح تجارب يمكن بها الحكم على هذه التأويلات. وتوصل المعلم مع تلاميذه إلى استعمال ناقوس به فتحة من أعلى، وتكرار التجربة السابقة فوجد أن الشمعة لم تنطفئ واستمرت فى الاشتعال، مما رجح التأويل القائل بأن سبب إنطفاء الشمعة هو عدم وجود منفذ لخروج الهواء الساخن الذى يفتقر إلى الأكسيجين وإحاطته بالشمعة وعدم تجدد الهواء حولها.

وأثار المعلم سؤالا عن تأثير تركيب أنبوب زجاجى متسع (يعمل كمدخنة) على فتحة الناقوس بالنسبة لاحتراق الشمعة وهل لطول الانبوب دخل فى هذا التأثير؟

الوصول إلى النتيجة: وأصبحت الفرصة مهيأة للتلاميذ ليقوموا بالتجريب بأنفسهم فى المدرسة وفى المنزل باستخدام أدوات بسيطة، وتسجيل ما يلاحظونه من مشاهدات، وتوصلوا من خلال ذلك إلى أن زيادة طول «المدخنة» يساعد على عملية الاحتراق.

استخدام النتيجة فى التفسير: وقد استخدم التلاميذ النتيجة التى توصلوا إليها فى تفسير بعض المشاهدات الأخرى مثل وجود مداخن عالية الارتفاع فى المصانع ذات الأفران ووجود مداخن لسخانات البوتاجاز[١].

ولعل هذه الأمثلة الواقعية الثلاثة التى قدمناها، تبين كيف يمكن استخدام روح الأسلوب العلمى فى التفكير، وطريقة العلم فى التوصل إلى حلول للمشكلات، والحكم على الفروض والتأويلات، باستخدام التجارب، وبيان أن محك صحة الفكرة فى العلم هو ما إذا كانت تنجح إذا جربت عمليا. وكلها اعتبارات يعنى بها ويقوم عليها مدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم.

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ٩٠ ـ ٩١.

ثالثاً: المدخل الكشفى
The Discovery Approach

تناولنا فى الجزء السابق من هذا الفصل مدخلين من مداخل تدريس العلوم يختلفان بشكل جوهرى فى طبيعتهما وطريقة تنفيذ كل منهما وهما المدخل التقليدى ومدخل حل المشكلات. والآن ننتقل إلى مدخل ثالث وهو المدخل الكشفى موضحين ماهيته، وميزاته، وكيفية إعداد دروس فى العلوم تأخذ به. وفيما يلى بيان ذلك.

١ - ماهية المدخل الكشفى

(أ) خصائص المدخل الكشفى:

يمكننا أن نميز فى المدخل الكشفى الخصائص التالية[١]:

١ - ينقل مركز العملية التعليمية من المعلم إلى المتعلم، وذلك بتهيئته الظروف اللازمة لجعل التلميذ يكتشف المعلومات بنفسه بدلاً من أن يستمدها - جاهزة - من كتاب أو يتلقاها من معلم. أى يهدف إلى أن يكون المعلم منتجاً للمعرفة لا مستهلكاً لها.

٢ - يؤكد على العمليات العقلية هدفاً للعملية التعليمية بدلاً من مجرد المعرفة. ومن هذه العمليات: الملاحظة، الاستنتاج، الافتراض، التصنيف، القياس، الوصف، التوضيح، التعليل، التفسير، التنبؤ، المقارنة، التنظيم،

---

(١) انظر فى هذا الصدد:

a) Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, **Teaching Science Through Discovery,** Third Edition, (Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1975) pp: 98-99.

b) Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge, **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School,** Second Edition, (Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1973) pp: 62-63.

التصميم التجريبى، الخ. أى أنه يؤكد على العلم على أنه فعل وليس مجرد اسم، أى الانتقال فلسفياً من العلم كمعلومات اكتشفت من قبل وأصبحت تاريخاً إلى العلم كعملية اكتشاف للمعلومات. وهو بذلك يساعد المتعلم على أن يسلك مسلك «العالم» فى بحثه مشكلة ما.

٣ – يؤكد على المتعلم لا على المادة المتعلمة، فالمتعلم عنده هو المحور وهو الوسيلة والغاية فى آن، ومن ثم فلا تفرض عليه المادة فرضاً وإنما يشارك فى التوصل إليها.

٤ – يأخذ بسمات الموقف التعليمى المتكامل الذى يضع المتعلم فى موقف المكتشف لا المنفذ. فهو يضع أمامه مشكلات تثير اهتمامه وتحتاج إلى حل، وعليه أن يخطط بنفسه لحلها، فيجمع البيانات المطلوبة، ويصمم التجارب اللازمة. وبذا فهو يجمع فى وحدة واحدة بين الدراستين النظرية والمعملية.

٥ – يؤكد على التجريب، حتى أن أنصاره يرون أن لا تدريس جيد للعلوم يمكن أن يتم بدون تجريب. والتجريب هنا لا يعتمد على تجارب تقليدية مرسومة الخطى مسبقاً، بل هو مصدر للمعرفة يمارس أثناءه التلاميذ كل العمليات العقلية ويتلخص دور المعلم فيه فى التوجيه إذا طلب منه ذلك.

٦ – يؤكد على الأسئلة Questioning وليس الاجابة Answering، أى أن التأكيد لا يكون على إجابة أسئلة التلاميذ بقدر ما يكون على توجيه الأسئلة المنشطة لهم والحافزة لتفكيرهم. وبعبارة أخرى فإن التأكيد لا يكون على إيجاد الاجابات الصحيحة بقدر ما يكون على كيفية إيجاد تلك الاجابات. ولهذا فهو يعنى بالأسئلة ذات الجواب المتعدد Divergent بدلاً من الأسئلة ذات الجواب المقيد Convergent.

٧ – ينظر إلى العملية التعليمية على أنها مستمرة لا تنتهى بمجرد الانتهاء من دراسة موضوع معين، وإنما تكون دراسة هذا الموضوع نقطة انطلاق لدراسات أخرى ترتبط به. لذا يستتبع كل درس يأخذ به عدد من الأسئلة مفتوحة النهايات.

ولعله يتضح من هذه الخصائص، أن المدخل الكشفى يهتم أساساً بتدريب التلاميذ على أساليب البحث العلمى واكسابهم مهاراته، وهو جانب هام يسهم فى تحقيق أهداف تدريس العلوم والتربية العلمية فى العصر الحديث.

(ب) مستويات المدخل الكشفى:

كم من توجيه ينبغى أن يقدم فى مواقف التعلم بالاكتشاف ؟. فى الواقع أنه إذا لم يكتسب التلاميذ خبرة فى التعلم عن طريق الاكتشاف، فإنهم يحتاجون إلى مزيد من التوجيه فى دروسهم. ولكن بعد تعودهم على أساليب البحث العلمى واكتسابهم مهاراته فإنهم يكونون قادرين على التعامل مع مواقف كشفية أقل توجيهاً. ومعنى هذا أن هناك مواقف تعليمية يكون التوجيه فيها أظهر ما يكون وأخرى ينحسر فيها التوجيه وبينهما مواقف يكون فيها التوجيه معقولاً، ويتوقف ذلك على عوامل متعددة منها طبيعة المشكلة موضع البحث، ومستوى نضج التلاميذ، والامكانات المتاحة، والوقت، إلخ. وفى ضوء هذا يمكننا تمييز المستويات الثلاثة التالية فى المدخل الكشفى:

١ - المدخل الكشفى الموجه Guided Discovery Approach:

وفيه تقدم مشكلة للتلميذ مصحوبة بكافة التوجيهات اللازمة لحلها بصورة تفصيلية. والغالب فى هذا المستوى أن ينفذ التلميذ التوجيهات المصاحبة تنفيذاً آلياً بعيداً عن التفكير والتصرف. وليس العمل على هذا المستوى إلا مجرد تدريب على استخدام الأدوات والأجهزة والمواد والتعامل مع البيانات والتعرف على كيفية استخلاص النتائج. ومن الواضح أن طبيعة العمل على هذا المستوى لا تسمح بتحقيق القدر المعقول من الاحاطة الواعية والفهم الشامل لأصول البحث العلمى، كما هو الشأن فى بعض الكراسات العملية المطبوعة المستخدمة فى بعض المدارس. ومن ثم فإن الاقتصار على هذا المستوى، وهو أدنى مستويات المدخل الكشفى، يعتبر قصور بذلك المدخل عن تحقيق فلسفته الأساسية. وإذا كان التلاميذ بحاجة إلى توجيه، فليس معنى

هذا أن تكون تلك التوجيهات مفصلة إلى الحد الذى يحرمهم من فرص التفكير السليم.

٢ - المدخل الكشفى شبه الموجه Semi Guided Discovery Approach:

وفيه يزود التلميذ بمشكلة محددة ومعها بعض التوجيهات العامة التى لا تقيده حتى تتاح له فرص النشاط العقلى والعملى، أى بحيث لا تجعله يعمل كالآلة فيفقد شخصيته ويتعطل تفكيره الذاتى.

ومن أمثلة ذلك أن يطلب من التلميذ تعيين مقاومة سلك باستخدام الأميتر والفولتميتر والأدوات الأخرى اللازمة، أو تعيين كثافة سائل بتطبيق قاعدة أرشميدس، أو الكشف عن ملح مجهول، أو تعيين نسبة ثانى أكسيد الكربون الوزنية فى كربونات، أو دراسة تركيب الأنسجة وتوزيعها فى ساق نبات باستخدام الميكروسكوب.

وفى هذا كله يسترشد التلميذ ببعض التوجيهات العامة كما قلنا، غير أنه يشترط ألا تكون له معرفة سابقة بالنتائج المطلوب التوصل إليها.

٣ - المدخل الكشفى غير الموجه Unguided Discovery Approach:

وفيه يواجه التلميذ بمشكلة محددة ويطلب منه الذهاب إلى المعمل أو إلى أى مكان آخر مناسب لحلها، وذلك باستخدام كل ما يطلبه من الأدوات والأجهزة دون أن يزود بأية توجيهات سابقة ودون أن تكون له معرفة سابقة بالنتائج التى ينتهى إليها حل المشكلة.

وعلى التلميذ فى هذا المستوى أن يفكر فى الحلول الممكنة للمشكلة مستخدماً عملياته العقلية ومهاراته البحثية ليصل إلى هذه الحلول. ويكون موقف المعلم فى هذه الحالة موقف الموجه أو المرشد الذى يتجنب التدخل حتى لايحد من النشاط الفكرى للتلميذ وإن كان مستعداً لتقديم المساعدة والتوجيه عندما يطلب التلميذ منه ذلك.

ولعل من عيوب هذا المستوى التى يستشعرها القارئ لأول وهلة أنه غير

واقعى فى كثير من الأحيان. فهل تمكن خبرات التلميذ وقدراته من الوصول – وحده وبتوجيه شبه منعدم من المعلم – إلى حل لمشكلة بذل فيها باحثون قبله الجهد الكبير مع مالهم من خبرات أعظم وقدرات أكبر وإمكانات أوفر ؟. وإذا استطاع التلميذ ذلك فهل يجد الوقت الكافى لمواجهة المشكلة مواجهة حقيقية مستقلة والوصول فيها إلى حل، وخاصة فى إطار مقررات دراسية مشهود لها بالطول المعروف ؟. وإذا توفر الوقت، ألا يمثل نقص الامكانات من أدوات وأجهزة ومواد وبيانات وإحصاءات وخرائط عقبة أساسية فى التنفيذ ؟!.

ولعله يتضح من استعراضنا لهذه المستويات الثلاثة أن الفرق الجوهرى بينها يكمن فى «كمية التوجيه». ففى الأول تفصل وفى الثانى تقدم بقدر وفى الثالث تنعدم. كما لعله يتضح أن المستوى الثانى منها، وهو أوسطها، خير المستويات بالنسبة لظروف مدارسنا وطبيعة مناهجنا. فهو يتميز بالواقعية من جهة، كما أنه يعبر عن فلسفة المدخل الكشفى من جهة أخرى.

ويوضح المثال التالى جزءاً من درس فى العلوم يأخذ بالمدخل الكشفى شبه الموجه، وهو يناسب تلاميذ فى الصف الأول الاعدادى[١].

ما المدة التى يستغرقها غلى الماء فى كوب من الورق ؟

ملحوظة للمعلم: الأقسام ١–٣ خاصة بك، أما القسمان ٤، ٥ فهما للتلاميذ.

١ – جوانب التعلم المرجوة:

- اللهب مصدراً لحرارة الاشتعاع.
- عندما يسخن الماء فإنه يغلى ويتحول إلى بخار.
- لكى تشتعل المادة لابد أن تصل إلى درجة حرارة معينة.

---

(١) Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, **op. cit.**, pp: 98-99.

● درجة الاشتعال هى تلك الدرجة التى لابد أن تصل إليها المادة قبل اشتعالها.

٢ - المواد اللازمة:

كوب ورقى حامل حلقى
موقد بنزن أو موقد كحولى ملزم حلقى
شبكة من السلك.

٣ - مناقشة قبل العمل:

يفترض ١ - ماذا يحدث للكوب الورقى عندما تحاول تسخين الماء فيه؟
يفترض ٢ - ما الذى يحدث أولاً: غليان الماء أم احتراق الكوب؟
يفترض ٣ - كيف يمكنك الحصول على كوب ورقى به ماء ليحترق؟
يصمم بحثاً - ما الذى ينبغى أن تفعله لبيان ذلك؟

٤ - النشاط الكشفى للتلميذ:

يجمع ١ - أحضر كوباً ورقياً، وشمعة أو موقد كحولى، وشبكة من السلك، وحامل حلقى، وملزم حلقى.

يصمم بحثاً ٢ - ما هى 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 سم^{٣} من الماء على الشبكة السلكية كما هو مبين بالشكل، ويسخنوه من أسفل بمصدر مناسب للحرارة كموقد بنزن أو موقد كحولى على أن يوضع الكوب بحيث يكون على بعد من اللهب لا يقل عن ٥ سم.

يتبع تعليمات ٣ - إذا لم تكن هناك طرق أخرى لاختبار فرضك، ركب

الأدوات والمعدات السابقة كما هو مبين بالشكل الذى أعده معلمك.

يلاحظ ٤ – ماذا يحدث عندما تحاول تسخين الماء فى الكوب؟.

يستنتج ٥ – ماذا يفعل كل من الملزم الحلقى وشبكة السلك للحرارة الآتية من اللهب؟

يستنتج ٦ – لماذا يتغير مستوى الماء فى الكوب؟.

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

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

يسجل ٩ – سجل ملاحظاتك واستنتاجاتك الخاصة بالتجربة.

٥ – أسئلة مفتوحة النهايات:

يفترض ١ – إذا أخذت قطعة من الورق والملابس والخشب والفحم النباتى وسخنتها، ففى أى مرحلة يبدأ كل منها فى الاحتراق؟ ولماذا؟

ينتقد ٢ – إذا كنت ستعيد التجربة السابقة مرة أخرى، فماذا يمكنك أن تفعل لتحصل على نتائج أفضل؟.

يفترض ٣ – هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استخدمت كوباً معدنياً؟.

يفترض ٤ – هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استخدمنا لهباً أقوى؟.

يفترض ٥ – هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استعضنا عن الماء بسائل آخر فى الكوب كالمياه الغازية أو أى شراب آخر؟.

يفترض ٦ – كيف تختلف النتائج إذا كان الكوب محمياً من أعلاه

بدلاً من حمايته بكل من شبكة السلك والملزم الحلقى ؟.

يصمم بحثا ٧ – ما هى التجارب الأخرى التى يوحى بها إليك هذا المبحث ؟

ونلاحظ فى هذا الدرس أن التلاميذ يقومون بعمليات كشفية عديدة مثل: الملاحظة، والقياس، والاستنتاج، كما أنهم يقومون بعمليات بحثية مثل فرض الفروض واختبارها بتصميمات تجريبية مناسبة، الخ. غير أنهم لم يقترحوا المشكلة أو موضوع البحث أصلاً فضلاً عن توجيه المعلم لهم.

٢ – ميزات المدخل الكشفى

كان «برونر» Jerome Bruner، وهو أستاذ لعلم النفس بجامعة هارفارد، من رواد حركة التدريس بالمدخل الكشفى، وقد لخص الأسباب التى تدعو إلى ضرورة استخدام مثل هذا المدخل فى الأسباب الأربعة التالية[١]:

١ – الفعالية الذهنية.

٢ – الدوافع الداخلية أفضل من الدوافع الخارجية.

٣ – تعلم النواحى التنقيبية للاكتشاف.

٤ – حفظ الذاكرة.

ويعنى برونر بالفعالية الذهنية Intellectual Potency أن الفرد يتعلم فقط وينمى عقله باستخدامها. وفى النقطة الثانية يعتقد، كنتيجة لنجاح الاكتشاف، أن التلميذ يستقبل مثير ذهنى كاف – مكافأة داخلية أو إشباع ذاتى. والمعلمون عادة ما يعطون مكافآت داخلية، ولكنهم إذا أرادوا أن يتعلم التلاميذ للمتعة، فعليهم أن يبتكروا نظم تعليمية تحقق للتلاميذ إشباعًا داخليًا. وفى النقطة الثالثة، يركز برونر على أن الطريق الوحيد لكى يتعلم التلميذ تقنيات عمل

(١) Bruner, Jerome, "The Act of Discovery." in: **Harvard Educational Review xxxi** (Winter 1961): 32.

الاكتشافات هو إتاحة الفرص له لأن يكتشف. وعن طريق الاكتشاف، يتعلم التلميذ حثيثًا كيف ينظم الأبحاث ويجريها. وفى النقطة الرابعة، يناقش برونر إحدى الجوانب الهامة للمدخل الكشفى وهى أن يساعد بشكل أفضل على حفظ الذاكرة.

والنقاط الأربع التى يزكى بها برونر المدخل الكشفى تنطبق أيضًا على المدخل الاستقصائى، ذلك لأن استراتيجيات التدريس بكل منها واحدة، وهى التأكيد على أهمية استخدام التلاميذ لعملياتهم الإدراكية لاستقصاء معنى الأشياء التى يواجهونها فى بيئاتهم.

وفضلاً عما اقترحه برونر من مبررات لاستخدام المدخل الكشفى فى التدريس، فهناك أسباب أخرى تدعو إلى ضرورة استخدام التلاميذ للمداخل البحثية، الكشفية والاستقصائية، ومن هذه الأسباب[١]:

١ - **يتخذ التدريس من التلميذ مركزًا:** من المبادئ السيكولوجية الأساسية للتعلم أن الاشتراك الأفعل للتلميذ فى عملية التعلم يؤدى إلى تعلم أفضل. ولكن عندما يفكر المعلمون فى عملية التعلم عادة، فإنهم يضعون فى اعتبارهم أن التلميذ يكفى أن يتمثل بعض المعلومات. وهذه نظرة للتعلم جد محدودة. ذلك أن التعلم يتضمن كل تلك النواحى التى تجعل من الفرد شخصًا تام الفعالية فمثلاً لا يتعلم التلميذ فى المواقف الكشفية المفاهيم والمبادئ فحسب، وإنما يتعلم أيضًا التوجيه الذاتى والمسئولية والقدرة على الاتصال الاجتماعى، إلخ. أما فى التدريس الذى يركز على المعلم أساسًا أو يتخذه محورًا له، فإن كثيرًا من الفرص اللازمة لتنمية هذه القدرات تنكر التلميذ.

---

(١) Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, **op, cit.** pp. 101.

وانظر فى هذا الصدد أيضًا:

a) Ausubel, D.P., «Learning by Discovery Rationale and Mystique» in: **Bulletin of the National Association of Secondary School Principles**,45: 38 - 39, 1961.

b) Kersh,B.Y., «Learning by Discovery: What Is Learned?» in: **The Arithmatic Teacher,** 11: 226 - 232 (1964).

وإذا نظرنا إلى التدريس من منظور أنه العملية التى تمكن الفرد من أن يصبح مساهمًا أكثر فى كل الجوانب التى تجعل منه إنسانًا بكل ما تحمله هذه الكلمة من معنى، فمن الصعب الدفاع عن نمط التدريس الذى يتخذ من المعلم محورًا له ومركزًا.

٢ - **التعلم عن طريق الاكتشاف يبنى المفهوم الذاتى للتلميذ:** لكل منا مفهوم ذات. وإذا كان مفهوم ذواتنا طيبًا، فإننا نشعر بأمن نفسى ونكون مستعدين لتقبل الخبرات الجديدة وراغبين فى اغتنام الفرص للكشف والاستقصاء ونكون مستعدين لتحمل الاحباطات بروح طيبة، ونكون أكثر ابتكارية. وبصفة عامة نكون متمتعين بصحة عقلية سليمة.

التعلم بالاكتشاف ← يسهم فى ← نمو المواهب المتعددة لدى الفرد ← وهذا يبنى عنده ←

إعتدادًا بالنفس ← وينتج عن ذلك ← صحة عقلية أفضل.

٣ - **التعلم بالاكتشاف ينمى المواهب:** الإنسان عبارة عن جمع من المواهب يزيد على ١٢٠ موهبة، والموهبة الأكاديمية تتعلق فقط بالقليل من هذه المواهب. والحرية الكبيرة التى يتيحها التعلم بالاكتشاف للمتعلم تساعده على تنمية مواهبه الأخرى. فمثلاً عندما يعمل التلاميذ معًا لبحث مشكلة ما، فإنهم يمكن أن يعملوا فى الوقت نفسه على تنمية العديد من المواهب الأخرى كالتخطيط، والتنظيم، والموهبة الاجتماعية، والقدرة على الاتصال، والقدرة على الابتكار، وذلك فضلاً عن تنمية الموهبة الأكاديمية.

٤ - **التعلم بالاكتشاف يتيح الوقت للتلاميذ لتمثيل المعلومات وتعديلها:** عادة ما يزحم المعلمون عملية التعلم. والتلاميذ فى حاجة إلى الوقت ليفكروا ويستخدموا عقولهم ويقتنعوا بالحجة والمنطق ويتبصروا فى المفاهيم والمبادئ التى يتعلمونها وفى التقنيات البحثية المشتركون فيها أو القائمون بها. ولا بد من إتاحة الوقت الكافى لكى تصبح تلك المعلومات جزءًا

من عقل التلاميذ بطريقة ذات معنى. ويعتقد بياجيه أنه لا يوجد تعلم حقيقى إن لم يتعامل المتعلم -عقليًا- مع المعلومات التى يكتسبها، يمثلها ويعدل فيها. وإن لم يحدث هذا، فإن المعلم والتلميذ يكونان مشتركين فقط فى عملية تعلم كاذب.

٣ - إعداد دروس وعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى

(أ) كيفية إعداد دروس تأخذ بالمدخل الكشفى:

يمكنك إعداد هذه الدروس إذا التزمت بالخطوات التالية[١]:

١ - **المشكلة:** صغها فى صورة سؤال. مثل: ما الذى يحدد المدة التى تستغرقها شمعة مشتعلة تحت ناقوس زجاجى لتنطفئ؟.

٢ - **المستوى الدراسى:** حدِّد الصف المراد تدريس الدرس الذى تعده فيه.

٣ - **المفاهيم:** ضع قائمة بالمفاهيم والمبادئ النوعية المرتبطة بالمشكلة المراد بحثها.

٤ - **المواد:** اترك فراغًا من أجل قائمة المواد المستخدمة ولا تملأه إلى أن تنتهى من كتابة القسم الخاص بالنشاطات.

٥ - **المناقشة:** اكتب الأسئلة الرئيسة التى تحدد الخطوات الأساسية للسير فى الدرس. ومن الأسئلة العامة التى يمكنك أن تسألها فى هذا القسم: كيف يمكنك حل المشكلة المعينة؟ فهذا يعطى التلاميذ فرصة للتفكير فى كيفية تصميم بحث.

٦ - **النشاطات الكشفية للتلميذ:** ارجع إلى كتب العلوم المتخصصة للبحث عن الأفكار المراد معالجتها. والغرض من هذا القسم هو جعل التلاميذ

---

(١) Ibid., pp: 224 - 228.

يكتشفون المفاهيم والمبادئ السابق تحديدها فى القسم (٣). ويتطلب ذلك وضع مخطط أولى بهذه النشاطات وتحديد دور التلاميذ خلال ممارستها من حيث محاولتهم معرفة الغرض المرجو من كل منها، والطرق المستخدمة، والنتائج المستخلصة، وتحليل النتائج وتفسيرها وبيان كيفية الإفادة منها.

٧ - **عمليات العلم:** بعد انتهائك من القسم (٦) اكتب فى الهامش الأيمن لكل سؤال يمكن إثارته إحدى عمليات العلم الخاصة به مثل: يقارن، يلخص، يجمع، ينظم، يفترض، يلاحظ، يصنف، يقيس، يصمم بحثًا، إلخ.

٨ - **الأسئلة المفتوحة:** وهى الأسئلة التى تسمح بالتفكير فى أكثر من إجابة للسؤال الواحد كما تفتح مجالاً لمزيد من البحث المعملى. ومن الأسئلة المفتوحة التى يجب أن يتضمنها هذا القسم: إذا كررت هذا النشاط فكيف يمكنك تحسينه؟ ما هى التجارب الأخرى التى يوحى بها إليك هذا النشاط؟.

٩ - **ملاحظات للمعلم:** وهى إرشادات تعينه على التوجيه السديد عندما يطلب منه، والتدخل بقدر فى الوقت المناسب.

(ب) تقنيات التخطيط لعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى:

لتقديم عروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى، فإن ذلك يتطلب تخطيطًا متقنًا على النحو التالى:

١ - حدِّد المفاهيم والمبادئ التى ترغب فى تدريسها.

٢ - إذا كان المفهوم معقدًا أو المبدأ مركبًا جزئه إلى ما هو أبسط.

٣ - اختر العرض الذى يوضح المفاهيم والمبادئ التى ترغب فى تدريسها ويمكنك الاستعانة فى ذلك بكتب تدريس العلوم المتخصصة.

٤ - صمم النشاط بالشكل الذى يجعل كل تلميذ مشتركًا فيه بفاعلية.

٥ - جمع وركب الأدوات والأجهزة والمعدات اللازمة.

٦ - أجر العرض مرة واحدة على الأقل قبل أن يبدأه التلاميذ.

٧ - حدد الأسئلة التى سوف تسألها خلال العرض. وهذا هام بصفة

خاصة فى إعداد العروض الكشفية.

٨ - ضع فى اعتبارك كيفية استخدامك للوسائل البصرية، وخاصة جهاز العرض المجهرى، وفق ما يقتضيه الغرض من العرض.

٩ - حدد وسائل التقييم التى ستستخدمها.

١٠ - ضع فى اعتبارك الوقت الذى سيستغرقه العرض. حاول أن تجرى العرض بسرعة معقولة لتمسك بانتباه التلاميذ قائمًا. والعروض المطولة والمعقدة غير مرغوب فيها عادة نظرًا لأنها لا تثير اهتمام التلاميذ.

١١ - عندما تخطط للعرض، اعمله باتقان وضع فى اعتبارك أنه يمكنك استخدامه لسنوات عديدة، فهذا سوف يساعدك لحد بعيد فى إعداده فى المستقبل.

قوِّم العرض فوراً عقب الانتهاء منه لتحديد نقاط الضعف وجوانب القوة.

ويمكنك إضافة أية أسئلة يمكن أن تسهم فى تقديم عرض كشفى أفضل من الذى قدمته. وإذا فعلت هذا، فإن المرة القادمة التى تقدم فيها هذا العرض، سوف لا تستغرق منك سوى وقت وجيز لاعداده وتحضيره.

وبالاضافة إلى ما تقدم، فإنه فى اعطائك للعرض ينبغى أن تكون متأكدًا من: وضوح الرؤية، ووضوح الاستماع، والتوجيه نحو الكشف والاستقصاء وإعطاء وقت كاف للانتظار وآخر للانصات.

ونود أن نوجه نظر المعلم الذى يريد تقديم عروض كشفية لتلاميذه أنه يمكن أن يلاقى شيئًا من الصعوبة فى البداية. وقد يرجع ذلك إلى أن توجيه الأسئلة للتلاميذ وتدريبهم على اكتشاف وفهم المفاهيم والمبادئ العلمية المتضمنة فى العرض يكون صعبًا. كما قد يرجع إلى أن التلاميذ قد اعتادوا على الاشتراك السلبى الذى لا يتطلب منهم غير أن ينظروا إلى المعلم ويستمعوا له ويقتصر دورهم على تذكر حقائق معينة. ومن ثم فهم يترددون فى الاشتراك فى العرض الكشفى الذى يتطلب منهم مزيدًا من الفاعلية والعقلانية. ويمكن للتدريس الممتع الذى يتسم بالتحدى أن يتغلب على مثل تلك الصعوبات.

وفيما يلى يقدم «كارين وصند» Carin & Sund بعض المقترحات الخاصة

باستخدام المدخل الكشفى فى تقديم العروض العملية[١]:

١ - كن متحمسًا!: ابدأ العرض وكأنه لغز من الممتع حله. سل أسئلة مثل: ماذا سوف أفعل بهذا الجهاز؟، «دعونا نرى من الذى يستطيع أن يكتشف أولاً ماذا سيحدث فى هذا العرض؟».

٢ - شجع تلاميذك: استخدم التعزيز الإيجابى. لا تنتقد قدرات تلميذ معين على التفكير لأنها محدودة. ولا توبخ تلميذًا حاول الإجابة الصحيحة ولم يوفق. استمر فى التشجيع وقدم استحسانًا لتلاميذك الذين يوفقون فى عمل مرفوض واقتراحات واستنتاجات جديدة. فهذا يعد من أهم المبادئ فى تدريس العلوم. وتذكر أن الاستحسان الإيجابى يسهم فى تحقيق تعلم أفضل ويمكن أن تثير حفيظتك بعض إجابات التلاميذ الخرقاء، فتقول: «هذا خطأ»، «من أين أتيت بهذه الفكرة الحمقاء؟!». وأنت إذا فعلت هذا فإنك سوف تحصل على استجابة ضعيفة من تلاميذك.

٣ - إحترم كل الإجابات: إن غباء إحدى الأفكار التى يأتى بها التلاميذ قد يرجع إلى عجز التلميذ عن التعبير. وكم من فكرة بدا حمقها ظاهريًا ولكن عندما سبر غورها بمزيد من البحث والتمحيص تبين أنها تنطوى على مزيد من الحكمة والتبصر!!.

٤ - تعمد تشجيع التلاميذ على فرض الفروض.

٥ - اكتب افتراضات التلاميذ الخاصة بالعرض الكشفى فى الجزء السفلى من السبورة.

٦ - اجعل التلاميذ يتأملون كل الفروض قبل إجراء العرض، وانظر ما إذا كان التلاميذ قادرون على حذف بعضها.

٧ - شجع التلاميذ على التفكير وإن أدى ذلك إلى وقوعهم فى الخطأ، فهذا أفضل كثيرًا من عدم إعمال عقلهم خشية الوقوع فى الخطأ.

٨ - كن طبيعيًا أثناء العرض، ولا تبدو قلقًا إذا «هو لم يعمل».

---

(١) Ibid., pp. 219-220.

٩ – إذا لم يسر العرض فى الطريق المرجوة، سل التلاميذ ما إذا كان أحدهم يستطيع مساعدتك. والتلاميذ يمكن أن يتعلموا من هذه الخبرة أكثر مما لو سار العرض بلا مشكلات.

١٠ – لا تتردد فى عمل العروض إذا لم تكن تعرف كل شىء حولها. فتلاميذك لا يتوقعون منك أنك تعرف كل شىء، وهم يستمتعون بعلمهم الذى يتعلم معهم.

١١ – دع التلاميذ يركبون الأجهزة والمعدات الخاصة بالعرض كلما كان ذلك ممكنًا.

١٢ – اجعل التلاميذ يشاركون فى العرض كلما تطلب الأمر ذلك.

رابعًا: المدخل التاريخى

The Historical Approach

ونصل إلى المدخل الأخير، المدخل التاريخى، لنتعرف ماهيته، وكيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدامه، واسهاماته بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية.

١ – ماهية المدخل التاريخى

العلم نشاط إنسانى يهدف إلى البحث عن تأويلات لحقائق الطبيعة وظواهرها، ومن ثم إلى فهم تلك الحقائق والظواهر، وإلى صياغة هذه التأويلات فى صورة قوانين ونظريات.

فالعلم مثلاً يحاول أن يجد تفسيرا لظواهر مثل الاحتراق، والتخمر، وعدم ارتفاع الماء فى المضخات الماصة لأكثر من حوالى عشرة أمتار، والحركة الظاهرية للشمس والنجوم فى القبة السماوية، وكسوف الشمس، وخسوف القمر، وزرقة السماء، وانبعاث إشعاع من أملاح بعض العناصر، والمد والجزر، والتنوع فى الكائنات الحية ووحدتها، إلخ. واجمالاً فالعلم يبحث فى الكون بمادته، وطاقته، وأحيائه، وجماداته، ويحاول عن طريق الملاحظة المقصودة

والتجريب الدقيق التوصل إلى حقائق عنه، ثم يحاول الربط بين هذه الحقائق بعلاقات يعتمد عليها العلماء فى التوصل إلى حقائق أخرى جديدة.

وتفيد دراسة التطور التاريخى لموضوعات أو قضايا علمية معينة فى تنمية فهم التلاميذ لمعنى العلم ومعرفتهم لأهم خصائصه، وطبيعة العلاقة الديناميكية بين العلم والمجتمع. كما تفيد هذه الدراسة فى تعرف الظروف والعوامل التى تساعد على الإزدهار العلمى فكرًا وتطبيقًا فى حياة الإنسان أو تعرقله. ومن هنا يرى الكثيرون من رجال التربية العلمية أهمية ما يعرف بالمدخل التاريخى فى تدريس العلوم لما له من إمكانات متعددة تسهم فى فهم الكثير من هذه الجوانب. وسوف نوضح هذه النقطة بالتفصيل فى موضع تال من هذا الفصل.

والمدخل التاريخى فى تدريس العلوم من المداخل التى أهتم بها حديثًا عدد من العلماء والمربين، وكان «جيمس كونانت» James B. Conant من أشهر من دعوا إلى ضرورة الاهتمام باستخدام هذا المدخل، وقام مع زملائه فى جامعة هارفارد بتحقيق العديد من الحالات العلمية تحقيقًا تاريخيًا يمكن الافادة منه فى تدريس العلوم فى المراحل التعليمية المختلفة. وقد كتب فى هذا الخصوص مؤلفًا أسماه «فى فهم العلم» On Under Standing Science، وفى طبعة أخرى «العلم والمنطق الفطرى» Science and Common Sense.

وممن ساهموا فى هذا الميدان أيضًا «ليوبولد كلوفر» Leopold E.Klopfer الذى كتب لتلاميذ المدارس الثانوية وحدات أسماها تاريخ وقائع علمية History of Sciences Cases وأطلق عليها اختصارًا (HOSC). ومن هذه الوحدات: الجنس فى النبات، خلايا الحياة، إكتشاف البروم، سرعة الضوء، الضغط الجوى، كيمياء الهواء.

وفى دراسة تجريبية ميدانية قام بها كلوفر، بالاشتراك مع زميل له، تبين أن استخدام هذه الوحدات فى التدريس بادماجها فى المناهج المعتادة، ساعد تلاميذ المدارس الثانوية الذين أجريت عليهم التجربة على زيادة تقديرهم للعلم وللعلماء الذين ساهموا فى تقدمه وتطويره دون أن يكون ذلك على

حساب المحتوى الذى يجب على التلاميذ تحصيله فى علوم الأحياء والكيمياء والفيزيقا.

ويميز بعض المشتغلين بتدريس العلوم والتربية العلمية عدة نزعات فى المدخل التاريخى، ولكننا نرى أن من أهم هذه النزعات **نزعة تاريخ الحالة** Case History Approach. وسنتناول هذه النزعة بشىء من التفصيل فيما يلى:

تبدأ نزعة تاريخ الحالة باختيار الواقعة أو الحالة العلمية، كنظرية لافوازييه فى الاحتراق، ونظريَة فولتا فى توليد الكهربية التيارية من معدنين مختلفين بينهما «الكتروليت»، ونظرية باستير عن ظهور الكائنات المجهرية فى المحاليل السكرية، ونظرية التطور، واكتشاف الفيتامينات، والنظريات الخاصة بتفسير نشأة الأرض، إلخ. ثم تراجع حالة المعرفة حول هذه الواقعة أو الحالة العلمية وما صاحب ذلك من أحداث وظروف. كذلك يوجه التلاميذ إلى فهم وتقدير ما كان لهذه الواقعة العلمية من أثر على تقدم العلم وتطويره. ثم يختم تاريخ الحالة بسرد لما عليه المعرفة الإنسانية حاليًا فى الميدان المتعلق بها.

ونذكر فيما يلى بعض الخطوات التى يمكن أن يسترشد بها المعلم فى استخدامه لنزعة تاريخ الحالة فى التدريس، وكذلك بعض الاعتبارات المتعلقة بهذا الاستخدام:

- تبدأ دراسة الحالة عادة باختيار نظرية معينة أو موضوع معين. وعلى الرغم من أن أى نظرية علمية أو موضوع علمى يمكن عرضه على أساس من تاريخ الحالة، إلا أن المعلم ينبغى أن يحسن اختيار النظريات أو الموضوعات التى تتوفر لها كفاية المادة التاريخية والتى تعكس بالقدر الكافى أيضًا خصائص العلم وسمات العلماء.

- يفضل أن يبدأ المعلم تدريسه للحالة بتقديم تاريخى يوضح المعرفة العلمية التى توفرت للعلماء قبل التوصل إلى الظاهرة أو الموضوع مجال الدراسة. ويفيد هذا التقديم فى إعطاء التلاميذ «خلفية» عن الظاهرة أو الموضوع.

● يعرض المعلم فى دقة للأحداث والظروف التى أدت إلى ظهور فرض معين أو اكتشاف معين، ويعنى بتوضيح الدلالات والمؤشرات التى ساعدت العلماء فى بلورة هذا الفرض أو التوصل إلى ذلك الاكتشاف. كما يعنى كذلك بإبراز الصعوبات والتحديات التى واجهها العلماء فى مسعاهم العلمى وأسلوبهم فى قهرها والتغلب عليها، وخصوصًا العمليات الفكرية التى تمخضت عنها تجارب معينة كان لها أثر حاسم إزاء حل مشكلة معينة.

● يستخدم المعلم فى عرضه للوقائع التاريخية التى مضى عليها زمن طويل الوسائل التعليمية التى «تعيد» الماضى. أما فى الحالات التاريخية التى لازالت آثارها باقية فيمكن له أن يصحب تلاميذه فى رحلة إليها.

● ينبغى أن يعنى المعلم بإبراز الملابسات التاريخية التى أدت إلى الأحداث والاكتشافات العلمية المعينة والآثار الاجتماعية المترتبة عليها.

● وكما يبدأ المعلم تدريسه بعرض تاريخى للمعرفة العلمية الموجودة قبل حدود الفترة الزمنية للحالة موضع الدراسة، فإنه ينبغى أن يختتم هذا التدريس بتلخيص للوضع الراهن لها، وذلك حتى لا تكون خبرات التعلم التى يكتسبها التلاميذ مرتبطة فحسب بماض بعيد عنهم[١].

(١) لمزيد من التفاصيل عن نزعة تاريخ الحالة يمكنك الرجوع إلى المصادر التالية:

(a) Carrier Elba O., "Using a History of Science Case in the Junior High School" in: **Science Education,** 46, 416-425 (1962).

(b) Conant, James B. (General Editor) and Leonard K. Nash (Assaociate Editor), **Harvard Case Histories in Experimental Science,** 2Vols., (Cambridge: Harvard Universty Press, 1951).

(c) Klopfer, leopold E. "The Use of Case Histories in Science Teaching" in: Anderson, Hans O., **Op. cit.**, pp: 226-233.

٢ - مثال لكيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدام نزعة تاريخ الحالة

نقدم فيما يلى مثالاً يوضح كيفية تدريس أحد موضوعات العلوم فى المرحلة الثانوية باستخدام نزعة تاريخ الحالة من ميدان علم البيولوجيا وهو سقوط نظرية التولد الذاتى.

لتدريس كيف ادحضت نظرية التولد الذاتى بنزعة تاريخ الحالة، يمكن السير بالخطوات التالية:

١ - نبدأ بالإشارة إلى نظرية أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ق. م) التى تقول بأن المادة الحية يمكن أن تتولد من مادة غير حية أو أن الحياة يمكن أن تنبثق من غير الحياة فى وجود جوهر نشط يختلط بالمادة العضوية التى لا حياة فيها، فتكون منها الحياة. وهنا يصح أن ننوه إلى أن هذا الرأى لأرسطو - ككل أرائه الأخرى - ظل فوق الشك والريبة لمدة تزيد على الألفين سنة، فلم يجرؤ أحد على مناقشته والتشكك فيه حتى العصور الوسطى، إذ بلغت آراء هذا الفيلسوف الإغريقى حدا من القداسة جعل العلماء يتشككون فى صحة أية ملاحظة لا تتفق وهذه الآراء.

٢ - ثم نشير إلى بداية التصدى للنظرية السابقة من قبل العالم الايطالى فرانسيسكوريدى (١٦٢٦ - ١٦٩٧م) الذى أوضح بتجاربه المتنوعة أن الديدان التى تظهر على اللحم المتعفن ليس مصدرها اللحم نفسه، أو أى جوهر نشط يوجد فيه، ولا حتى أى جوهر نشط يوجد فى الهواء، وإنما مصدرها بيض صغير وضعه ذباب على اللحم فيفقس البيض وتخرج منه ديدان (يرقات)، وهذه تمر بمراحل معينة تتطور فيها من بيضة إلى يرقة إلى عذراء، ومن عذراء إلى ذبابة (حشرة كاملة)، وتتكرر دورة الحياة. وهكذا تبين العلماء أن اليرقات التى تظهر على اللحم لا تتولد تلقائياً منه، وإنما هى نتاج الحياة أو بعبارة أخرى فإن الحى يخرج من حى من نفس نوعه.

وهنا يصح أن نتساءل: هل ينطبق هذا على كل نوع من أنواع الحياة ؟.

٣ – هنا تكون الفرصة مناسبة للإشارة إلى اكتشاف جديد أثار ظلا من الشك على الفرض القائل بتولد الحياة من الحياة Biogenesis واثار احتمال امكانية تولد الاحياء من أجسام غير حية ABiogenesis، هذا الاكتشاف هو رؤية أنتونى فان ليفنهوك (١٦٣٢–١٧٢٣) لكائنات حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة، وإنما بالمجهر الذى كان قد اكتشف قبل ذلك بقليل، وكان هو أول من استخدمه فى فحص قطرات من ماء المطر والبول. وقد أدى هذا الاكتشاف إلى تمسك المؤمنون بنظرية التولد الذاتى برأيهم بالنسبة للكائنات المجهرية على الأقل.

فإنه وأن كان يبدو أن الحيوانات التى ترى بالعين لا تتولد ذاتياً، فإن ملاحظات ليفنهوك – وفقاً لرأيهم – تقرر بوضوح أن التولد الذاتى يحدث فى الكائنات المجهرية. إلا أن الذين لا يؤمنون بنظرية التولد الذاتى – ومنهم ليفنهوك نفسه – عارضوهم فى ذلك. وبدأ كل فريق يعضد نظريته بالتجارب التى تؤيد وجهة نظره.

٤ – عند هذه المرحلة من التدريس، تكون الفرصة سانحة لعرض أنماط من التجارب التى قام بها علماء كثيرون من بين المؤيدين لنظرية التولد الذاتى والمعارضين لها. ومن هذه التجارب يمكن أن يذكر المعلم:

(ا) تجارب «لويس جوبلو» Louis Joublot إلتى أثبتت صحة الفرض القائل بأن الكائنات المهجرية تتولد من جراثيم بها حياة.

(ب) تجارب «جون نيدهام» John Needham: عالم الاحياء الانجليزى الذى أجرى عام ١٧٤٥ تجارب مشابهة لتلك التى قام بها جوبلو (غير أنه استخدم حساء الضأن بدلا من مستخلص الحشائش الجافة الذى استخدمه جوبلو) إلا أنها أعطت نتائج فى جانب المؤمنين بنظرية التولد الذاتى.

(جـ) تجارب «لازارو سبالنزانى» Lazzaro Spallanzani: وهو القس الايطالى والعالم البيولوجى الذى لم يقنع بما توصل إليه نيدهام، وقام حوالى

عام ١٨٠٠ بتجارب جديدة تدحض فكرة التولد الذاتى، إلا أن نيدهام أثار اعتراضاً على تجارب سبالنزانى وهو أن الغليان لمدة ساعة الذى قام به سبالنزانى فى هذه التجارب كان سببا فى تلف الجوهر النشط الذى قال عنه أرسطو إنه يمكن أن يولد الحياة إذا اختلط بالمواد المناسبة، وقال آخرون - من المؤيدين لفكرة التولد الذاتى - بأن منع الهواء عن المادة ربما منع هذا الجوهر النشط من أن يقوم بفعله فى تخليق الحياة.

٥ - فى هذه الخطوة نشير إلى أن هذه التجارب المتعارضة النتائج قد دعت الأكاديمية الفرنسية إلى الإعلان عن جائزة لمن يلقى ضوءا على نظرية التولد الذاتى بإجراء تجارب جيدة الفكرة متقنة الأداء. وقد تصدى لذلك العالم الفرنسى الأشهر باستير (١٨٢٢ - ١٨٩٥)، الذى درس المشكلة دراسة مستفيضة وأجرى تجارب عديدة قام ببعضها أمام قضاة الأكاديمية. ولما كانت هذه التجارب مقنعة لهيئة التحكيم فقد أصدرت حكمها لصالح باستير ومنحته الجائزة المرصودة عام ١٨٦٥. وبتجارب باستير انتهى المجتمع العلمى إلى رفض نظرية التولد الذاتى، وتغليب نظرية الحياة من الحياة.

٦ - وهنا ينبغى الإشارة إلى أن قبول النظرية الجديدة، نظرية انبثاق الحياة من الحياة، يثير مزيدا من التساؤلات. وهكذا الشأن فى العلم، الفكرة الجديدة فيه تثير الفكرة، والنظرية تسهم فى بناء النظرية. ومن التساؤلات الحائرة التى أثارتها النظرية الجديدة المشار إليها:

(أ) إذا كانت الحياة تخرج من الحياة، فهل للاحياء سلف مشترك أو أصل واحد؟، وإذا كان كذلك فكيف حدث التنويع فى الكائنات الحية على الأرض ؟.

(ب) كيف نشأت الحياة على الأرض ؟ كيف نشأ الكائن الحى الأول على الأرض ؟ أو بمعنى آخر إذا كان كل حى ينسل من حى آخر، فكيف نشأ الكائن الأول على ظهر هذه الأرض ؟[١].

---

(١) هذا المثال مقتبس - بإيجاز - من المرجع التالى:

إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ١٤٩-١٥٥.

٣ ـ اسهامات المدخل التاريخى
بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية

لعله من الأمثلة المتقدمة يتبين لنا أنه يمكن للمدخل التاريخى أن يسهم فى تحقيق بعض الأهداف المرجوة من تدريس العلوم والتربية العلمية. ويمكننا تجميع هذه الاسهامات فى المحاور الثلاثة التالية:

● **محور طبيعة العلم:** فالمدخل التاريخى:

١ – لايهتم بمادة العلم ونتائجه فحسب، بل يعنى كذلك بطريقة العلم وأسلوب البحث فيه. ومعنى هذا أنه ينظر إلى العلم نظرة مزدوجة على أنه مادة وطريقة معًا.

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[١]. فتعرض المشكلة وتعطى للتلاميذ البيانات التى كانت معروفة وقتها، ويسألون عن تفسيراتهم لأسباب المشكلة، ويشجعون على التفكير فى تصميم التجارب وإقتراح الأنشطة العلمية التى يمكن إتباعها للوصول إلى حل لتلك المشكلة. والثانى تجرى فيه التجارب أو تعاد المواقف العلمية التاريخية، كما كانت أوبصورة معدلة، ويترك للتلاميذ فرصة الملاحظة واستنتاج الأفكار التى يمكن الخروج بها من تلك المواقف. إنه إستقصاء من أجل الحصول على «المفاتيح» التى يمكن بواسطتها تفسير الغموض فى موقف معين[٢].

٣ – يعنى بإبراز خصائص العلم التالية:

---

(١) انظر الفصل الخامس.

(٢) تجد أمثلة لتوضيح هذين السبيلين فى:

Melvin, Berger, "Using History in Science Teaching" in: **The Science Teacher**, Vol. 30. No. 7, November 1963, pp: 24-26.

(ا) 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 كشفاً تخطو به خطوة على طريق التقدم (مثل اشتراك علماء من كل من انجلترا وأمريكا والاتحاد السوفيتى فى التوصل إلى النظرية التركيبية الحديثة).

(جـ) الخاصية التراكمية: حيث يوضح إستفادة العلماء من السابقين عليهم والمتقدمين (مثل تدريس قصة اختراع المصباح الكهربى بنزعة تاريخ الحالة)، مؤكدا بذلك قول نيوتن الذى أشتهر به: «ما رأيت بعيدًا إلا لأننى كنت أقف على أكتاف الآخرين!».

(د) الخاصية الابتكارية: حيث يكشف عن أن الطريقة العلمية ليست مجرد خطوات إذا إنتقل العالم من واحدة منها إلى الأخرى كان توصله إلى حل المشكلة أمرًا مقضياً، فالومضة العبقرية والفكرة الملهمة لها مكانتها 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 السبيل للآخرين.

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

● **محور الترابط بين العلم والمجتمع:** فالمدخل التاريخى:

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

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

خامساً: تعليق عام على ما تقدمت دراسته من مداخل

عرضنا فيما تقدم لأربعة أنواع رئيسة من المداخل المستخدمة لتدريس العلوم. وقد تبين أن لكل منها استخداماته واسهاماته فى تحقيق أهداف معينة مرجوة من تدريس العلوم والتربية العلمية. ولكن على الرغم من هذه الاسهامات والايجابيات، إلا أن كلاً منها لا زالت توجه إليه الانتقادات فى ذاته، كما أن كلاً منها يتطلب قيام المعلم بواجبات معينة عند استخدامه حتى تتأكد فلسفته وتؤتى ثماره. وفضلاً عن هذا فقد لاحظنا إلتقاء المداخل جميعها فى نقاط معينة بينها وبين بعض. ومن ثم نجد أنفسنا فى حاجة لالقاء الضوء على هذه الجوانب الثلاثة ونعنى بها: الانتقادات، والواجبات، ونقاط الالتقاء.

١ ـ فيما يتعلق بالانتقادات التى توجه لمداخل تدريس العلوم

على الرغم من أن للمدخل التقليدى ميزات تتلخص فى تنظيم المادة المتعلمة وتوفير الوقت اللازم لتعلمها، إلا أن الافتراضات الأساسية التى يقوم عليها تتعرض للنقد والمراجعة. فمثلاً هو يفترض أن التلاميذ قادرون على استيعاب المعلومات واكتساب المهارات التى يرجى منهم تعلمها وراغبون فى ذلك، ولكن أين الدليل على صحة هذا الافتراض على إطلاقه؟. إنه يمكن أن يكون صحيحاً بالنسبة لبعض الموضوعات ولكن ماذا عن الموضوعات الكثيرة الأخرى؟!.

كما يفترض أن للمعلومات والمهارات التى تقدم للتلاميذ قيمة ذاتية فى

حياتهم، لأنه لا جدوى من أن تفرض عليهم خبرات لا تفيدهم فى حاضرهم ومستقبلهم. وقد يكون هذا الافتراض صحيحاً كذلك بالنسبة للدراسة فى المرحلة الجامعية، حيث يكون الهدف الإعداد لمهنة معينة تستلزم معلومات ومهارات معينة يجب على الطلاب تعلمها. ولكن ماذا عن المرحلة الثانوية؟ إن الأمر يختلف بدرجة ما، حيث إن الأهداف غير محددة بالصورة السابقة، والخبرات المقدمة لا ترتبط بمهنة محددة أو عمل معين. وبالطبع نحن لا ننكر أن هناك معارف قد تكون ضرورية لتلميذ المرحلة الثانوية وينبغى تذكرها، ولكن هناك فى الوقت نفسه معارف لا تعدو أن تكون مجرد وسائل لغايات معينة مثل تكوين إتجاه أو تنمية ميل ومن ثم لا يكون تذكرها أمراً ضرورياً.

أما ثالث الافتراضات التى يقوم عليها المدخل التقليدى فإنه يرى أن التلاميذ قادرون على تقويم ما يقدم لهم من خبرات، ولكننا نرى أن هذا المدخل بتأكيده على تقبل هذه الخبرات دون البحث عنها ودون مناقشتها فإنه لا يساعد التلاميذ على مثل هذا التقويم وخصوصاً إذا كانوا فى مستوى من النضج لا يمكنهم من ذلك[١].

وفضلاً عن هذا فإن المدخل التقليدى بتقديمه الخبرات للتلاميذ جاهزة، فإنه لا يتيح لهم الفرصة للتدريب على أسلوب البحث العلمى واكتسابهم مهاراته؟ كيف هذا والتجارب فيه ترسم خطواتها وتعرف نتائجها قبل الشروع فى إجرائها؟!. إن التلاميذ فى ظل هذا المدخل يفتقدون روح البحث والرغبة فى الاكتشاف، وهى أمور هامة أصبحنا نستشعر أهميتها فى أى تدريس ناجح للعلوم.

---

(١) رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، إعداده، نموه العلمى والمهنى، مرجع سابق، ص ص: ١٠٨ ـ ١٠٩.

وإذا ما انتقلنا إلى المدخل الثانى، **مدخل حل المشكلات**، فإننا نجد أنه تؤخذ عليه المآخذ التالية التى نذكرها مع تفنيدها:

١ ـ يؤخذ على مدخل حل المشكلات أنه يعجز فى بعض الأحيان عن التوصل إلى حل للمشكلة موضع البحث. فبالنسبة لمرض كالسرطان مثلا، هل نستطيع أن ندعى أن البحوث العديدة التى تجرى للكشف عن أسباب هذا المرض لا تتبع المدخل العلمى الصحيح لحل هذه المشكلة؟ ومع ذلك لم نتبين بعد الأسباب الحقيقية لهذا المرض. ولكن هذا ينبغى ألا يعيب مدخل حل المشكلات فى ذاته، إذ كل ما فى الأمر أن العقل البشرى لم يستطع إلى الآن أن يجد الفرض المناسب لكى يضعه موضع الاختبار. إن كل بحث يجرى فى هذا الميدان يضيف لبنة جديدة إلى البناء، وعندما تتجمع المعلومات الكافية سيصبح الانسان أكثر قدرة على التوصل إلى حل مناسب لهذه المشكلة.

وعلى هذا الأساس، يجب أن ندرب التلاميذ على المثابرة والعزم والتصميم، وأن نعودهم على أن ما نضعه من فروض إنما هى محاولات قد تفشل وقد تنجح، وأن الفروض الفاشلة ـ كما سبق أن أشرنا ـ قد يكون لها نفس القيمة التى للفروض الناجحة.

٢ ـ يؤخذ على مدخل حل المشكلات كمدخل لتدريس العلوم أن التدريس به يحتاج وقتا أطول من الوقت الذى يستغرقه عادة تدريس نفس الموضوع بالأسلوب التقليدى (التلقين). ولهذا السبب يجد المعلمون أنفسهم مضطرين إلى عدم استخدام هذا المدخل بالقدر الذى يتمنون. يقول المعلمون ـ كما كشف عن ذلك أحد البحوث العلمية ـ أنهم مقتنعون بأهمية التفكير العلمى كهدف من أهداف تدريس العلوم، ويقررون أنهم يؤمنون بدور مدخل حل المشكلات فى تحقيق هذا الهدف. ولكن عندما يسألون عن سبب عدم

استخدامهم لهذا المدخل بالقدر الكافى فى تدريسهم. يذكرون أن المقررات طويلة وأنهم مطالبون بإنهائها فى وقت معين ولا يصح أن يحول بينهم وبين ذلك أى سبب من الأسباب.

وهنا تبرز المشكلة الحقيقية، وهى من قبيل العلاقة بين الكم والكيف: هل الغاية من تدريس العلوم هى إنهاء المقررات أم تحقيق الأهداف المرجوة من هذا التدريس؟. هل المادة غاية أم وسيلة؟ والإجابة عن هذه الأسئلة هى التى ستضع حدا لكل ما يثار حول هذا الموضوع من تساؤلات.

لقد سبق أن أكدنا فى هذا المؤلَّف ضرورة أن تكون المادة العلمية التى تقدم للتلاميذ فى دراستهم للعلوم وظيفية. وتكون المادة كذلك عندما تكون ذات معنى بالنسبة للمتعلمين وذات قيمة بالنسبة لهم بما يجعلها تحقق تغييرا مرغوبا فيه فى سلوكهم.

إذا اقتنعنا بأن هذه هى وظيفة المادة، فإننا لا نجد تعارضا بين المادة والطريقة. والنظر إلى المادة فى ضوء هذا المفهوم يمهد الطريق لاستخدام كل الأساليب التى يمكن أن توصلنا إلى تحقيق الأهداف المرجوة. ومدخل حل المشكلات هو أحد هذه الأساليب التى يمكن أن تثبت فاعليتها فى هذا الشأن. فقد بينت البحوث أن التلاميذ الذين درسوا موضوعات معينة باستخدام مدخل حل المشكلات، كانوا أكثر قدرة على تذكر المادة المتضمنة فى هذه الموضوعات من نظرائهم الذين درسوا الموضوعات نفسها بالطرق المعتادة.

أما عن عامل الوقت والجهد، فينبغى أن نعترف بأن استخدام مدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم يتطلب وقتا وجهدا كبيرين. ونحن نقرر مبدئيا أن كثيرا من معلمى العلوم فى مدارسنا على استعداد لبذل مزيد من الجهد لتحسين العملية التعليمية إذا أتيحت لهم الفرصة والإمكانات المناسبة

أما بالنسبة لعامل الوقت فإننا نقدم الاقتراحات التالية التى ينبغى أن ينظر إليها نظرة متكاملة بمعنى ألا ينظر إلى أى إقتراح منها على أنه يغنى عن الاقتراحات الأخرى، وإنما هى تهدف جميعا إلى التغلب على عامل الوقت الذى يتطلبه استخدام مدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم:

(أ) البعد عن السطحية والاهتمام بالعمق فى تدريس العلوم: بمعنى ألا يشغلنا اهتمامنا بالكم عن عمق المادة وطريقة تدريسها (الكيف). فإذا اختصرنا جزءا من مناهجنا المطولة، وكرسنا الوقت المخصص لهذا الجزء لمزيد من البحث والتجريب وحل المشكلات بالقدر الذى نطمئن معه إلى أننا زودنا تلاميذنا ببعض المهارات الأساسية، فإننا ننحو بذلك نحو إعداد أجيال قادرة على الاعتماد على نفسها فى حل ما يواجهها من مشكلات فى الحاضر وفى المستقبل.

(ب) إعطاء المتعلم مزيدا من المسئولية فى عملية التعليم والتعلم: ذلك أن المعلم فى مدارسنا هو كل شىء فى هذه العملية فهو الذى يحضر الدروس، وهو الذى يجرى التجارب، وهو الذى يضع الامتحانات ويصححها ويرصدها، وهو الذى يتحمل كل المسئولية، أما التلميذ فليس عليه إلا أن يستمع ويحفظ ما يلقى عليه من معلومات. ولهذا ليس غريبا أن يشكو المعلم فى مصر من كثرة ما يوكل إليه من أعمال. وحقيقة الأمر أن المعلم إذا أشرك تلاميذه بطريقة أكثر إيجابية فى عملية التعليم والتعلم لأفاد واستفاد. فهو إذ يكلفهم مثلا ـ كلهم أو بعضهم، فرادى أو متعاونين ـ بالقراءة وكتابة التقارير وإجراء التجارب وتقديم الفروض وعرض الأفلام التعليمية وعمل الرسومات واللوحات وإنتاج النماذج واستدعاء الخبراء للمشاركة فى الندوات العلمية، إلخ. إذ يكلف معلم العلوم تلاميذه بممارسة هذه النشاطات وغيرها، فإنه فى الواقع يتيح لهم الفرصة لاكتساب بعض المهارات الضرورية لتنمية قدراتهم

على التفكير السليم الذى يعتبر لب مدخل حل المشكلات وجوهره.

(جـ) إن الاهتمام بتدريب التلاميذ على استخدام مدخل حل المشكلات، لا يعنى بالضرورة استخدام هذا المدخل وحده فى كل موضوع يدرسونه فنحن لا ندعى أن هذا المدخل هو أحسن المداخل التى يمكن استخدامها فى تدريس العلوم وأفضلها، كما لا ندعى أيضا أنه قادر على تحقيق جميع أهداف تدريس العلوم، فليس من حقنا إصدار مثل هذه الأحكام المطلقة. ولهذا يحسن أن يستخدم المعلم فى تدريسه للعلوم أكثر من مدخل ليس لصعوبة تدبير الوقت اللازم لاستخدام مدخل حل المشكلات فى تدريس كل موضوعات المقرر فحسب، ولكن أيضا لأن التنويع فى أسلوب التدريس وطريقته لما يتيح الفرص لتحقيق الأهداف المرجوة فى شمولها وتكاملها[١].

وبناء على هذا، فإننا نرى أن عامل الوقت قد لا يصبح هو أهم المعوقات التى قد تعوق معلم العلوم عن استخدام مدخل حل المشكلات فى التدريس.

أما **المدخل الكشفى**، فعلى الرغم من أن البعض يعتبره «صيحة العصر» فى مجال تدريس العلوم، ورغم ما شاهده المؤلف فى الولايات المتحدة الأمريكية ولاحظه فى عام١٩٧٨ من الاهتمام البالغ بهذا المدخل، إلا أن هناك إعتراضاً أساسياً يوجه إليه وهو أنه يحتاج إلى وقت طويل للتدريس به مما يقلل من حجم المادة الدراسية التى يتعلمها التلاميذ. وإن كنا نرى أن نقص الكم المعرفى يمكن أن تعوضه زيادة فهم طبيعة التفكير العلمى وممارسته والتدريب على البحث العلمى واكتساب مهاراته. كما أنه، مثله فى ذلك مثل مدخل حل المشكلات وغيره من المداخل، ليس المدخل الأوحد الذى يستخدم فى كل الموضوعات وفى كل المراحل وفى كل الظروف. يضاف إلى

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ١٦٢ ـ ١٦٥.

ذلك أن لهذا المدخل مستويات متعددة ولعل التدريس بالمستوى الثانى منه، المدخل الكشفى شبه الموجه، يحتاج إلى وقت معقول.

ومع هذا فلا زال البعض، وفى مقدمتهم أصحاب نظرية الترابط بين المثير والاستجابة، يعارضون دعاوى برونر وغيره من أنصار الأخذ بالمدخل الكشفي ويركزون على عيوبه ونواحى الضعف فيه. كما يتبين مما يلى[١]:

إن موقف المعلم الذى يشجع تلاميذه على الاكتشاف غامض. هل يتظاهر هو نفسه بأنه لا يعرف، أم أنه من أجل تشجيع المغامرة المشتركة فى الاكتشاف يتخير أن يدرس فقط تلك الأشياء التى لم يتعلمها هو نفسه بعد؟ أم أنه يقول لتلاميذه بصراحة: «أنا أعرف ولكن ينبغى عليكم أن تتوصلوا إلى ما أعرف بأنفسكم»؟. هذه نقطة، والثانية أن المدخل الكشفى قد وضع ليبرئ المعلم وينجيه من الإحساس بالإخفاق لأنه يجعل التدريس غير ضرورى، والمعلم يرتب البيئة التى يتم فيها الاكتشاف، وهو يقترح خطوات البحث والاستقصاء ويراعى أن يبقى التلاميذ داخل حدود معينة، والمهم أنه ينبغى ألا يخبرهم بشئ.

كذلك من الملاحظ أن عباقرة الفكر يقيمون أبنيتهم الفكرية على الماضى ولا يضيعون وقتهم فى إعادة اكتشافه، كما أن العلماء لا يبدأون فى تفسيرهم للظواهر وحلهم للمشكلات من الصفر وإنما يبدأون عادة من حيث انتهى الآخرون. ومن الخطورة بمكان أن يعتقد التلاميذ أن تعلمهم لما يعرفه الآخرون من قبل فيه تقليل من شأنهم أو إستهانة بقدراتهم أو أنهم لكى يقدروا ينبغى أن يفكروا بطريقة أصيلة. ومن الخطورة بمكان وبنفس الدرجة

---

(١) انظر فى هذا الصدد:

a) Skinner, B.F., **The Technology of Teaching**, (New York: Appleton Centary- Crofts, 1967).

b) Shulman, Lee S. and Keislar, E.R., **Learning by Discovery: Acritical Appraisal**, Rand Mc Nally, 1966) pp: 97 - 100.

أن يترك المعلم مهمة تدريس الحقائق والمفاهيم والقوانين العلمية الأساسية لكى يتيح للتلاميذ فرصة اكتشافها بأنفسهم.

وإذا كنا لا ننكر أن هناك عناصر معززة فى الاكتشاف الشخصى ومدعمة كالإحساس بالإنجاز والتوصل إلى شىء معين، وهى جوانب مرغوب فيها، فإننا نقرر فى الوقت ذاته أن الاكتشاف ليس حلاً لمشكلات التعليم، ومن المتعذر على التلميذ فى التعليم العام أن يكتشف بالفعل شيئًا أصيلاً أو جديدًا، وإن حدث ذلك فى حالات فإنه لا ينسحب على معظم التلاميذ. كما نقرر كذلك نشوء كثير من المشكلات فى الشخصية حين يكون الاكتشاف مدخلاً للتعلم. فقد يشعر التلاميذ بالإحباط حين يرفض المعلم تزويدهم بما يحتاجون لمعرفته فضلاً عن إخفاقهم فيما يحاولون التوصل إليه. كما أنه من المحتمل، كما المحنا، أن يحتكر تلميذًا أو قلة من التلاميذ العمليات الكشفية، ذلك لأنه يندر أن يتوصل تلاميذ الفصل كله إلى الاستبصار فى نفس اللحظة. ومن المحتمل أن يخلق مثل هذا الموقف غيرة وحقدًا ومشاعر نقص وقصور لدى التلاميذ الذين لا يتوصلون إلى الاكتشاف المطلوب بأنفسهم. ولكن حين يعرض المعلم على التلاميذ جميعًا شرحًا مقنعًا فإنه يندر أن تظهر مثل هذه المشكلة.

كذلك فإن المعلم ذا الكفاءة العالية والفعالية الكبيرة فى استخدام المدخل الكشفى لابد أن يواجه هو الآخر بالاخفاق بين الحين والحين، وذلك لأن بعض جلسات الاكتشاف غير منتجة، بل أن الاكتشاف الحق نادر سواء أكان ذلك داخل المعمل أم خارجه. ويسلم كبار المتحمسين لهذا المدخل بأنه ليس بالكفاءة الكافية، وأن التعلم من خلاله كثيرًا ما يحدث بطريقة متقلبة ومتقطعة أى له نوباته. ولما كان اتقان حدًا أدنى من المادة المتعلمة ضرورى لمواصلة الدراسة الجامعية، فإن التلاميذ الذين يستخدمون المدخل الكشفى قد لا يتعلمون ما يكفى لهذا الغرض. وحتى لو أمكن للنظام التعليمى أن يغفل هذا المطلب الذى قد يبدو تعسفيًا، فإن من المعقول أن نتساءل: هل يتيح

المدخل الكشفى للتلاميذ أن يتعلموا القدر الكافى من التعلم المطلوب لو اقتصروا عليه؟.

وأخيرًا فمن الضرورى فى حالات كثيرة أن يدرس المعلم لصف بأكمله، فكيف يمكن له أن يمنع قلة من التلاميذ المجيدين من القيام بجميع العمليات الكشفية؟.

وفى ضوء الميزات التى قدمناها للمدخل الكشفى والاعتراضات التى وجهت إليه يتبين أنه لم يحظ بالتأييد المطلق من قبل المربين، وإنما تراوح هذا الموقف بين منتقد له ومناصر. ولعل هذا ما يفسر تضارب نتائج الابحاث التى أجريت عليه، تذبذبت هذه النتائج - هى الأخرى - بين التأييد له والاعتراض والحياد.

ومن الدراسات التى أثبتت تفوق المدخل الكشفى على غيره من مداخل تدريس العلوم[١]:

١ - دراسة «ديشيلد» Deshield ١٩٦٧: التى قارن فيها بين المدخل الكشفى والمدخل التقليدى بالنسبة لاكتساب المعلومات المتضمنة فى كتاب العلوم المقرر على الصف الخامس الابتدائى. وقد بينت الدراسة أن هناك فروقًا دالة احصائيًا فى اكتساب المعلومات لصالح المجموعة التجريبية التى درست بالمدخل الكشفى فى مقابل المجموعة الضابطة التى درست بالمدخل التقليدى.

٢ - دراسة عبد الحميد عبد الجبار ١٩٧٧: التى قارن فيها بين تأثير كل من المدخل الكشفى والمدخل التقليدى على تحصيل التلاميذ فى الصف الخامس الابتدائى فى العراق متخذًا من الوحدات الثلاث الأولى من الكتاب المقرر على ذلك الصف مادة للدراسة. وقد أسفرت الدراسة عن تفوق المدخل

(١) يجد القارئ تفصيلاً لهذه الدراسات وأمثالها فى:

فوزى أحمد الحبشى، دور التعلم بالاكتشاف فى تحقيق هدف التفكير العلمى فى تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية، رسالة ماجستير غير منشورة، (الزقازيق: كلية التربية جامعة الزقازيق، ١٩٨٠) ص ص: ٩٠-٩١، ص ص: ٩٦-٩٧، ص ٢٣٦.

الكشفى على المدخل التقليدى بالنسبة للتحصيل ككل وخصوصًا مستويى الفهم والتطبيق وإن تساوى المدخلان بالنسبة لمستوى التذكر.

٣ - دراسة فوزى الحبشى ١٩٨٠: التى قارن فيها بين فاعلية المدخل الكشفى الموجه فى اكساب وتنمية مهارات التفكير العلمى لدى تلاميذ الصف الأول الثانوى والمدخل التقليدى متخذًا من موضوع «التوتر السطحى للسوائل» فى الفيزيقا مادة للدراسة. وقد أسفرت هذه الدراسة عن تفوق المدخل الكشفى على المدخل التقليدى فى المجال المشار إليه.

ومن الدراسات التى أظهرت تفوق المداخل الأخرى على المدخل الكشفى[١]:

١ - دراسة «كروت» Crote ١٩٦٠: التى قارن فيها بين المدخل التقليدى ومدخل الاكتشاف الموجه على تعلم مبادئ الميكانيكا المتضمنة فى فيزيقا الصف الثانى الإعدادى بالنسبة للتحصيل ككل، والتذكر، والانتقال للمواقف الجديدة. وقد انتهت الدراسة إلى أن هناك فروقًا دالة احصائيًا فى الاكتساب المباشر للمعلومات لصالح المدخل التقليدى. أما بالنسبة لكل من التذكر والانتقال للمواقف الجديدة فلم تكن هناك فروق دالة احصائيًا بين المدخلين.

٢ - دراسة «بابيكيان» Babikian ١٩٧٠: التى قارن فيها بين فاعلية كل من المدخل التقليدى والمدخل الكشفى وطريقة المعمل فى عدة مواقف منها التحصيل ككل، وادراك المفاهيم، وتطبيقها فى مادة الفيزيقا فى الصف الثانى الإعدادى. وقد افترض الباحث الفرض الرئيسى التالى: لا توجد فروق دالة احصائيًا بين المجموعات التى تدرس بواسطة المدخل الكشفى أو المدخل التقليدى أو طريقة المعمل فى تعلم المفاهيم. وقد أسفرت هذه الدراسة عن وجود فروق دالة احصائيًا بين المجموعات الثلاث فى التحصيل ككل عند مستوى دلالة ٠١ر لصالح المدخل التقليدى. كذلك يفوق المدخل التقليدى

---

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٩٩-١٠١.

المدخل الكشفى فى تطبيق المعلومات عند مستوى دلالة ٠١ر.

٣ – دراسة «جرابر» Grabber ١٩٧٤: التى استهدفت بحث الكفاءة النسبية لاستراتيجيات التدريس بمدخل العرض الاستنباطى والاكتشاف الاستقرائى فى اكتساب المفاهيم والمبادئ والعمليات العلمية والاحتفاظ بها فى أحد مناهج العلوم البيولوجية وهو المنهج الأخضر للجنة BSCS. وقد أسفرت الدراسة عن تفوق طريقة العرض على المدخل الكشفى فى تذكر المعلومات بينما تساوت كلا من الطريقتين بالنسبة للأفكار العلمية.

ومن الدراسات التى أظهرت تفوق المدخل الكشفى فى بعض الجوانب وتساويه مع المداخل الأخرى فى جوانب أخرى[١]:

١ – دراسة «فريند» Friend ١٩٦٦: الذى قارن فيها بين الفاعلية النسبية لكل من المدخل الكشفى والمدخل التقليدى فى تنمية التفكير الناقد وفهم طرق العلم وأساليبه لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى فى دراستهم للعلوم. وقد أسفرت الدراسة عن تفوق المدخل الكشفى على المدخل التقليدى فى الفهم عند مستوى دلالة ٠١ر كما تساوى كلاً من المدخلين فى تعلم المبادئ والحقائق والتفكير الناقد عند مستوى دلالة ٠٥ر.

٢ – دراسة النمر ١٩٧٦: التى قارن فيها بين أثر كل من المدخل الاستقصائى والمدخل التقليدى فى تنمية مهارات البحث العلمى وتحصيل المادة الدراسية فى مجال العلوم البيولوجية لدى تلاميذ الصف الأول الثانوى متخذًا من موضوع «الأوكسينات النباتية» مادة للدراسة. وقد أسفرت هذه الدراسة عن تفوق المجموعة التى درست بالمدخل الإستقصائى على المجموعة التى درست بالمدخل التقليدى فى مجال اكتساب مهارات البحث العلمى وتنميتها بفارق دال احصائيًا، بينما تفوقت المجموعة التى درست بالمدخل التقليدى على المجموعة التى درست بالمدخل الاستقصائى فى تحصيل المادة العلمية المتضمنة فى الموضوع المذكور بفارق دال احصائيًا.

---

(١) المرجع الأخير: ص١٠٥، ص١١٢.

كذلك قرر «روجرز» Rogers فى كتابه «الحرية إلى التعلم» أنه درس حالات عدد من المعلمين الذين استخدموا المدخل الكشفى فى كل من التعليم العام والتعليم الجامعى، وتبين له أن هؤلاء المعلمين قد استخدموا هذا المدخل بمزيد من النجاح[١].

ولخص «شولمان» Shulman، نتيجة لمؤتمر عن التعلم عن طريق الاكتشاف، نتائج البحوث التى استخدمت المداخل الكشفية فى أن المعالجات الكشفية الموجهة قد أثبتت فاعليتها بصفة عامة سواء على مستوى التعلم الحاضر أو انتقاله فيما بعد[٢]. وقد توصل إلى نفس النتيجة أيضًا كل من «وليم داى» William Day[٣] و«عمر هنكل» Omar Henkel[٤] بالنسبة لعلم الفيزيقا، و«جون مونتين» John Montean بالنسبة للكيمياء والعلوم العامة[٥].

ونصل إلى المدخل الرابع، **المدخل التاريخى**، فنجد عليه الانتقادات التالية:

(أ) يعاب على المدخل التاريخى ما يتطلبه من وقت طويل فى تغطية مقدار معين من المادة العلمية الحديثة. وهذا الاعتراض له وجاهته، ومن ثم

---

(١) Rogers, Carl, **Freedom to Learn,** (Columbus, O.: Charles E.Merrill Publishing Co., 1969).

(٢) Shulman, Lee S. "Psychological Controversies in The Teaching Of Science and Mathematics" in: **Science Teacher,** September 1968: 90.

(٣) Day, William Worthy Iv "Physics and Critical Traditional physics in Six Areas Of Critical Thinking While Controlling for Intelligence, Achievement, Course Background and Mobility by Analysis of Covariance", Ph.D. dissertation, the University of Nebraska Teachers College, 1964, Cited in **Dissertation Abstracts** XXX(1964).

(٤) Henkel, Omar Thomas "A Study Of Changes in Critical Thinking Ability, AResult Of Instruction in Physics" Ph.D. dissertation, The University Of Toledo, 1965, Cited in **Dissertation Abstracts** XXVI (1965) 5291.

(٥) Montean, John J., **An Experimental Study of Disscussion Group in General Chemistry and General Science as a Means of Group Growth in Critical Thinking** , Ph. D.dissertation. Syracuse University, 1959.

نحن لا نرضى أونحبذ أن يتحول منهج العلوم إلى دراسة سلسلة من تاريخ الحالات العلمية. إذ أننا نؤمن – كما سبق أن ذكرنا فى مقدمة هذا الفصل – بأن للمداخل المختلفة فى تدريس العلوم إسهاماتها المتكاملة فى تحقيق أغراض التربية العلمية، وكل ما ندعو إليه بالنسبة للمدخل التاريخى هو أن يتضمن المنهج عددًا من الحالات العلمية، بحيث تتاح الفرصة للمتعلم لأن يتذوق هذا اللون من الدراسة، وذلك فضلاً عن أن تاريخ العلم هو بعض العلم وجزء منه.

(ب) يخشى من استخدام المدخل التاريخى أن تضيع المعلومات المعترف بها حاليا فى زحمة تلك التى هجرها العلم إلى أخرى أصح منها. أو بمعنى آخر يخشى على المعلومات الحديثة من طغيان المعلومات القديمة. وفى تقديرنا أن ذلك أمرًا يرجع إلى المعلم نفسه وإلى طريقة اختتامة للحالة التى يقوم بتدريسها وتأكيده الصحيح من وجهة نظر العلم الحاضرة، بل ويرجع أيضًا إلى نوعية التقويم الذى يقوم به المعلم لمعرفة مدى استفادة التلاميذ من الحالة المدروسة.

(جـ) يؤخذ على المدخل التاريخى أنه أسلوب لفظى فى التدريس. ولعل منشأ هذا المأخذ يعزى إلى ما قد يتبادر إلى الذهن من أن الطريقة الوحيدة للتدريس وفقًا لهذا المدخل أن يقوم المعلم بسرد التاريخ أو القصص التاريخية وهو فهم خاطئ وظالم لهذا المدخل، إذ أن مختلف الأنشطة التعليمية يمكن ممارستها فى التدريس به. فالعروض العملية أو التجريب مثلاً يمكن أن يسيرا جنبًا إلى جنب مع التسلسل التاريخى. فبعض تجارب لافوازييه فى الإحتراق أو باستير فى التخمر يمكن إعادتها فى المعمل.

وهكذا يخطئ من يخلط بين المدخل التاريخى لتدريس العلوم ودراسة تاريخ العلم. ذلك أن المدخل التاريخى لا يهتم أساسًا بالأحداث أو الأسماء أو التواريخ، وإن كانت تذكر أحيانا، ولكنه يعنى بتطور الفكر العلمى وبطرق البحث وأساليبه فى التوصل إلى المعارف العلمية. ولهذا فهو لا يقوم على السرد أو على إستخدام أسلوب القص التاريخى، بل إنه قد يكون مجالاً لإتاحة الفرصة أمام التلاميذ ليأخذوا موقف المكتشفين فى بعض الأحيان

وموقف الناقدين فى أحيان أخر. فمثلا، قد يثير المعلم نفس المشكلة التى واجهت ارشميدس ويوجه تلاميذه إلى البحث عن حل مناسب لها. كما أنه قد يعرض عليهم فروض نظرية دالتون ثم يتيح لهم فرصة نقدها فى ضوء بعض الملاحظات المستمدة من التفاعلات الكيميائية، وهو نفس الطريق الذى تم به تطوير النظرية الذرية إلى النظرية الجزيئية.

٢ - فيما يتعلق بواجبات المعلم ازاء استخدامه لهذه المداخل

لما كانت أساليب البحث العلمى واكتساب مهاراته كالتخطيط وجمع البيانات وتنظيم المعلومات وتصميم التجارب تعتبر أهدافًا هامة إذا أريد لنا تربية أفراد مبتكرين لا منفذين. ولما كان هذا يقتضى تنظيم المواقف العلمية المتكاملة التى تجمع فى وحدة واحدة بين الدراسة النظرية والدراسة العملية بحيث لا يصبح التجريب مجرد عملية هامشية بل خطوة أساسية للتوصل إلى جوانب التعلم المرجوة. ففى مثل هذه المواقف ليس من حق المعلم أن ينظر إلى نفسه أو إلى الكتاب المدرسى المقرر، كما هو الحال فى **المدخل التقليدى**، على أنهما سلطتان مطلقتان بل ينبغى أن يحد من هذه السلطة لتتاح للتلميذ المشاركة الحقيقية فى عملية التعلم.

كذلك يفرض إستخدام المعلم **لمدخل حل المشكلات** فى تدريس العلوم أن يراعى عدة اعتبارات، نذكر منها[١]:

(أ) أن يعمل على توفير الظروف المساعدة على كشف المشكلات وتحديدها وتقدير أهميتها النسبية، وأن يوجه تلاميذه إلى المصادر المناسبة لاستقاء معلوماتهم عن المشكلة موضع البحث مع ضرورة توجيههم والإشراف عليهم فى كل خطوة من خطواته التى توصل إلى الحل الصحيح لهذه المشكلة.

---

(١) أنظر:

(أ) عياد بياوى خليل، تدريس العلوم بمدارس المرحلة الثانوية العامة، (القاهرة: دار الكاتب العربى للطباعة والنشر، ١٩٦٩) ص ص: ٣٦-٣٧.

b) Kendler, H.H. and Kendler, T.S., **oP. cit.**, pp: 8 - 10.

(ب) أن يتجنب الطريقة التى تجعل منه مرجعًا يعرف كل شىء وتعطيه وحده الحق فى أن يسأل التلاميذ وأن يحكم على آرائهم وأن يقطع برأيه فى كل شىء دون أن يعطى التلاميذ فرص توجيه الأسئلة وإبداء الآراء وما إلى ذلك. فما من شك فى أن التلاميذ لهم استفساراتهم وأسئلتهم، بل قد يكون لديهم من المعلومات عن بعض المسائل أكثر مما لدى المعلم عنها وينبغى أن يكون المعلم على درجة من الحساسية تمكنه من تشجيع الفروض أو الاقتراحات التى لها أهمية خاصة بصدد المسائل المعروضة، ودوره هنا أن يحسن القيادة والإرشاد والتوجيه.

(جـ) أن يبين - بكل الطرق - أن المشاهدات ونتائج التجارب، هى الأساس السليم الذى نبنى عليه آرائنا ونستمد منه المعلومات الموثوق بصحتها التى يمكن أن تفيد فى حل المشكلات المراد بحثها. ومن هنا كانت الأهمية الخاصة التى نعلقها على المعامل الدراسية بما تتميز به من إمكانات عملية، وعلى كل المجالات الأخرى التى يمكن أن تؤدى وظيفة المعمل من حيث توفير المشاهدات التى نبحث عنها. ذلك أن التفكير الذى ينبغى أن يشجعه معلم العلوم هو التفكير المبنى على التفاعل بين الحس والمشاهدة الخارجية من جهة وبين النشاط العقلى الداخلى المتمثل فى فرض الفروض وفى عمليات الربط والتعميم والاستنتاج من جهة أخرى.

وفى **المدخل الكشفى**، على المعلم أن يركز فى تدريسه على المستوى الثانى لأنه يتميز - كما قلنا - بالواقعية من جهة ويعبر عن فلسفة المدخل الكشفى من جهة أخرى. وأن يراعى أن يكون دوره التوجيه والإرشاد وعلى التلاميذ العمل والتنفيذ وفقًا للإعتبارات الواجب مراعاتها عند اعداد دروس تأخذ بهذا المدخل والمتقدم ذكرها. وأن يلتزم إلى حد كبير بخصائص المدخل الكشفى التى سبق أن أشرنا إليها، لأنه إن خرج عليها فقد ينسى فى غمرة العمل أنه يدرس بمدخل له طبيعة معينة ويتميز بفلسفة خاصة ومن ثم قد ينسلخ منه تدريجيًا إلى المدخل التقليدى.

وبالنسبة **للمدخل التاريخى**، فإن أول واجبات المعلم هو استخدام هذا

المدخل عندما تفرض طبيعة الموضوع ذلك، وعند التدريس عليه أن يراعى الإعتبارات الخاصة بالتدريس بنزعة تاريخ الحالة، واضعًا فى اعتباره أن هذا المدخل يهدف إلى تحقيق أهداف محددة فى تدريس العلوم ومن ثم عليه السعى لتحقيق هذه الأهداف.

٣ - فيما يتعلق بالعلاقة بين المداخل بعضها ببعض

إن المتأمل المدقق للمداخل الأربعة المشار إليها يمكن أن يلاحظ أنها، رغم الفلسفة التى يقوم عليها كل منها والتى تميزه عن غيره من المداخل، مترابطة ومتداخلة. ولعل أكثر المداخل قربًا فى فلسفتها هما المدخل الكشفى ومدخل حل المشكلات، ففى كليهما يواجه التلميذ بمشكلة معينة ثم يسعى إلى حلها وخلال ذلك يتدرب على أساليب البحث العلمى ويكتسب مهارته وإن اختلفت الطريقة والجوانب المراد التركيز عليها.

ولما كانت المداخل لا تختلف من موضوع لآخر فحسب، بل هى تختلف كذلك باختلاف المواقف فى الموضوع الواحد، فإنه يمكن التنويع بين هذه المداخل فى الدرس الواحد. فمثلاً عند تدريس قوانين فاراداى فى التحليل الكهربى بالمدخل الكشفى يمكن استخدام المدخل التاريخى فى التقديم لهذا الدرس عن طريق إعطاء لمحة تاريخية لمحاولات فاراداى وجهوده فى هذا الصدد. وعند تدريس درس عن علاقة الضغط بدرجة الغليان بالمدخل التقليدى، يمكن استخدام مدخل حل المشكلات فى هذا التقديم وذلك ببيان أن الماء يمكن أن يغلى فى درجة الحرارة العادية.

ولعله فى ضوء ما تقدم يمكننا القول بأنه لا يوجد مدخل يمكننا تسميته المدخل «الأوحد» لتدريس العلوم، وإنما لكل مدخل الموضوع والظروف والمستوى الذى يناسبه والأهداف التى يحققها، بل إنه يمكن استخدام أكثر من مدخل فى تدريس الموضوع الواحد أو تدريسه بمداخل مختلفة، وهذا أمر مرغوب فيه ذلك أن تنويع المداخل لما يلائم تنوع المواقف وتباين الأهداف، فضلا عن إثارة الحيوية والقضاء على الملل لدى المتعلمين.

ملخص الفصل الثالث

استهدف هذا الفصل إلقاء الضوء على أهم المداخل المستخدمة فى تدريس العلوم فى المرحلتين الإعدادية والثانوية وحددها بالمداخل الأربعة التالية: المدخل التقليدى، ومدخل حل المشكلات، والمدخل الكشفى، والمدخل التاريخى.

وبالنسبة **للمدخل التقليدى** أوضح ما هيته وميزاته، ثم انتقل لمناقشة **مدخل حل المشكلات**، فقدم أولا أمثلة توضح خطواته وتبرز أهميتها، وهذه الأمثلة مستمدة من تاريخ العلوم (فرانكلين يكتشف أن البرق ما هو إلا كهرباء)، ومن ميدان دراسة العلوم (التلاميذ يحاولون صنع المرايا). ومن هذه الأمثلة خلص إلى الخطوات الأساسية لمدخل حل المشكلات وهى: الشعور بالمشكلة، تحديد المشكلة، جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة، فرض الفروض واختيار أكثرها احتمالا، اختبار صحة الفروض المحتملة، الوصول إلى حل المشكلة، التعميم من النتائج، استخدام التعميمات فى التفسير. وتطبيقاً على هذه الخطوات قدم بعض الأمثلة التى تعين المعلم على تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات وهى: تدريس ظاهرة تصاعد فقاعات غازية فى مربى مائى، تدريس كيفية تعرف أماكن وجود الميكروبات من موضوع دور الميكروبات فى انتشار الأمراض، تدريس ظاهرة الاحتراق.

وفى دراسته **للمدخل الكشفى** أظهر أولاً ماهيته عن طريق إلقاء الضوء على خصائصه التى تتلخص فى جعل المتعلم يسلك مسلم «العالم» فى بحثه مشكلة ما، ومستوياته حيث أوضح أن له مستويات ثلاثة هى: المدخل الكشفى الموجه، والمدخل الكشفى شبه الموجه، والمدخل الكشفى غير الموجه. وقد بين أن أنسب هذه المستويات هو المستوى الثانى لملاءمته لظروف مدارسنا ونضج تلاميذنا وإمكاناتنا المتاحة. وبعد ذلك أوضح ميزات المدخل الكشفى

كما يراها أحد أنصاره وهو برونر مركزة فى النقاط الأربع التالية: الفعالية الذهنية، تفوق الدوافع الداخلية، تعلم النواحى التنقيبية، حفظ الذاكرة. كما أعقبها بذكر بعض الأسباب التى تدعو إلى ضرورة استخدام المتعلمين للمداخل البحثية الكشفية. وفى الجزء التالى بين كيفية إعداد دروس وعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى.

وأما رابع المداخل، وهو **المدخل التاريخى**، فقد أوضح ماهيته مفرقاً بين دراسة تاريخ العلم والمدخل التاريخى فى تدريس العلوم، كما أوضح أن من أهم نزعاته ما تسمى بنزعة تاريخ الحالة التى لها خطوات معينة على المعلم مراعاتها. ثم انتقل إلى ذكر مثال يوضح كيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدام تلك النزعة، ثم أوضح بعد ذلك إسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية.

وفى ختام معالجته لهذه المداخل قدم تعليقاً عليها دار حول المحاور الثلاثة التالية: الانتقادات التى توجه إليها، واجبات المعلم إزاء استخدامها، العلاقة بين بعضها ببعض. وقد أظهر هذا التعليق أنه على الرغم من الخبرات التى يمتاز بها كل مدخل إلا أنه لا يخلو من تحفظات تؤخذ عليه، كما أن هناك اعتبارات معينة ينبغى أن يراعيها المعلم عند استخدامه لأى منها، وأن هذه المداخل وإن تمايزت إلا أن بينها علاقة تمكننا من تدريس الموضوع الواحد بأكثر من مدخل أو تشترك عدة مداخل معاً فى تدريسه. ومن ثم لا يوجد ما يسمى بالمدخل «الأوحد» لتدريس العلوم وإنما يوجد فقط ما يمكن اعتباره المدخل المناسب لدرس معين فى ظروف معينة.

نحو مزيد من التعلم

١ – ما هى فى رأيك الانتقادات، الأخرى، التى تشعر حقيقة أنها تعيب المدخل التقليدى فى تدريس العلوم؟.

٢ – «من أهم الإنجازات التى أحرزها العلم توصله إلى طريقة لا تخضع

إلى حد كبير لأهواء من يستخدمها». اشرح هذه العبارة فى ضوء دراستك لمدخل حل المشكلات.

٣ – ضع خطاً تحت الكلمات الهامة فى المشكلات التالية:

(أ) كيف يمكننا ترشيد استغلال الثروات الطبيعية فى البيئة المصرية؟.

(ب) ما هى العوامل التى تتوقف عليها درجة الإنصهار؟.

(جـ) لماذا تطفو إبرة الصلب فوق الماء مع أن كثافتها أضعاف كثافته؟.

(د) فى أى جزء من النبات تتكون المواد الكربوهيدراتية؟.

٤ – بعد إجراء بعض الاختبارات توصل أحد العلماء إلى أن مادة الفيبرونوجين الموجودة فى الدم قد تتكون فى الكبد. أى من العبارات التالية يدعم صحة هذا الفرض[١].

(أ) الكبد أكبر غدة فى جسم الانسان.

(ب) الأفراد الذين يعانون من نقص فى كرات الدم الحمراء يعالجون من هذا النقص بتناول كميات كبيرة من الكبدة.

(جـ) يلعب الفيبرونوجين دوراً هاماً فى تجلط الدم.

(د) يحتوى الكبد على ما يوازى نحو $\frac{2}{5}$ كمية الدم الموجودة فى الجسم كله.

(هـ) يحتوى الدم الخارج من الكبد على كمية من الفيبرونوجين أكبر من تلك الموجودة فى الدم الداخل إليه.

٥ – فيما يلى عدد من العبارات، والمطلوب منك أن تذكر بالتفصيل الطريقة أو الطرق التى يمكن اتباعها للتأكد من أن كل عبارة منها صحيحة أو خاطئة.

---

(١) سعد يسى زكى ومريديني، اختبار العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٧٣).

(أ) يحتوى هواء الزفير على نسبة أكبر من ثانى أكسيد الكربون عن هواء الشهيق.

(ب) نقص فيتامين (أ) فى الغذاء يعوق النمو.

(جـ) الضوء ضرورى لحدوث عملية البناء الضوئى.

(د) يفقد النبات الماء عن طريق الثغور الموجودة فى أوراقه.

٦ – وضعت ١٠ سم^{٣} من الماء فى زجاجة ساعة، ١٠ سم^{٣} من الإثير فى زجاجة ساعة أخرى مشابهة تماماً لها وتركت الزجاجتان فى المعمل. وبعد نصف ساعة لوحظ أن الإثير تبخر بينما ما زال بعض الماء فى زجاجة الساعة الأولى.

الفرض الذى تختبره هذه التجربة هو[١]:

(أ) إن اتساع سطح زجاجة الساعة يؤثر فى سرعة البخر.

(ب) إن سرعة البخر تتوقف على درجة الحرارة.

(جـ) إن السوائل تختلف فى سرعة تبخرها.

(د) إن الجو فى المعمل يؤثر فى سرعة بخر السوائل.

٧ – اختر أحد الموضوعات التالية من ميدان العلوم البيولوجية، وبيِّن كيف يمكنك تدريسه مستخدماً مدخل حل المشكلات:

(أ) طريقة الحصول على بعض الميكروبات ومشاهدتها.

(ب) بيان ما يحدث عند وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(جـ) طرق وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(د) الظروف الملائمة لانتشار الميكروبات وطرق مقاومتها.

٨ – اختر أحد الموضوعات التالية من ميدان العلوم الفيزيقية، وبيِّن كيف يمكنك تدريسه مستخدماً مدخل حل المشكلات:

(أ) انتقال الصوت وانعكاسه.

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، **مرجع سابق**، ص ٣٣٥.

(ب) أثر الحرارة فى تغيير أبعاد المواد.

(جـ) أثر الحرارة فى تغيير حالات المواد.

٩ - بين كيف يمكنك، مستخدماً مدخل حل المشكلات، أن تتوصل مع تلاميذك إلى استخلاص:

(أ) القاعدة التالية: «إذا أثرنا بقوة ما على سطح سائل موضوع فى إناء مقفل، فإن الضغط الناشئ فى هذه القوة ينتقل بتمامه خلال السائل فى جميع الاتجاهات» (قاعدة بسكال).

(ب) القانون التالى: «كل مركب كيميائى مهما اختلفت طرق تحضيره أو الحصول عليه فإنه يتكون من نفس عناصره بنسبة ثابتة من جهة الوزن» (قانون النسب الثابتة).

(جـ) التعميم التالى: «لولا النبات الأخضر الحى لما وجدت أى حياة على سطح الأرض».

١٠ - فيما يلى درس يأخذ بالمدخل الكشفى فى تدريسه. أقرأه جيداً ثم أجب عن الأسئلة الأربعة التى تعقبه:

موضوع الدرس: استخدام الخاصة الشعرية فى تعيين معامل التوتر السطحى للماء[1].

١ - جوانب التعلم المرجوة:

٢ - المواد المستخدمة:

٣ - النشاط الكشفى للتلميذ:

(الجزء الأول):

١ - أحضر أنبوبة شعرية ضيقة وكأس به زئبق، أغمر الأنبوبة فى الكأس.

---

(١) فوزى أحمد الحبشى، **مرجع سابق**، ص ص: ١٨ - ٢٠ (ملحق رقم ٩).

٢ – ماذا تلاحظ.

٣ – قس ارتفاع عمود الزئبق ثم اسكب الزئبق فى كأس نظيفة معلومة الوزن.

٤ – عين كتلة الزئبق.

٥ – ما هى علاقة الكتلة بكل من الحجم والكثافة؟.

٦ – ما هى علاقة حجم الزئبق بكل من مساحة مقطع الأنبوبة وطول عمود الزئبق؟.

٧ – اذكر العلاقة الرياضية التى يمكنك بها حساب مساحة مقطع الأنبوبة.

٨ – إذا علمت أن كثافة الزئبق هى ١٣,٦ جم/سم^{٣}، فهل يمكنك إيجاد نصف قطر الأنبوبة الداخلى؟.

(الجزء الثانى):

١ – أحضر الأنبوبة الشعرية التى عينت نصف قطرها الداخلى وكأس بها ماء ملون. ضع الأنبوبة الشعرية رأسياً فى الكأس بحيث يكون طرفها السفلى مغموراً فى الماء الملون.

٢ – ماذا تلاحظ؟.

٣ – قس ارتفاع عمود الماء وليكن ع سم.

ملاحظة للمعلم: قس ارتفاع عمود الماء ابتداء من سطح الماء فى الكأس إلى نهاية ارتفاع الماء فى الأنبوبة.

٤ – اذكر العلاقة التى يمكن بواسطتها حساب محيط الدائرة.

٥ – احسب القوة الكلية الناشئة عن التوتر السطحى، إذا علمت أن القوة المؤثرة على وحدة الأطوال هى (ت) وأن الماء يمس الأنبوبة فى محيط دائرة.

٦ – ما هو اتجاه هذه القوة؟.

٧ – كيف يمكنك حساب المركبة الرأسية لهذه القوة؟.

٨ – ما قيمة زاوية التماس بين الماء والزجاج؟.

٩ – ما قيمة المركبة الرأسية لقوة التوتر السطحى.

١٠ – ما هى العلاقة بين الوزن وكلاً من الكتلة وعجلة السقوط الحر؟.

١١ – ما هى العلاقة بين الوزن والحجم والكثافة وعجلة السقوط الحر؟.

١٢ – إذا كان الحجم = مساحة المقطع × ارتفاع عمود الماء، وحيث أن مساحة المقطع = مساحة دائرة = ط نق^{٢}، ومن ثم فالحجم = ط نق^{٢}. ع، فما هى العلاقة بين الوزن وكل من نصف القطر وارتفاع عمود الماء والكثافة وعجلة السقوط الحر؟.

١٣ – ماهى العلاقة بين وزن عمود الماء والمركبة الرأسية لقوة التوتر السطحى؟.

١٤ – احسب معامل التوتر السطحى للماء.

١٥ – احسب ارتفاع الماء فى أنبوبة شعرية قطرها الداخلى ٢ مم، إذا غمر طرفها السفلى فى إناء به ماء وكان معامل التوتر السطحى للماء ٧٠ داين/سم.

أسئلة مفتوحة النهايات:

١ – عند استخدام الخاصة الشعرية فى تعيين معامل التوتر السطحى للزئبق، فهل سيختلف القانون عن حالة استخدام الماء؟ ولماذا؟.

٢ – أنبوبة شعرية نصف قطرها الداخلى ٠,٠٢٥ سم غمست رأسياً فى حوض به ماء، أوجد التوتر السطحى للماء إذا كان ارتفاعه داخل الأنبوبة ٦ سم علماً بأن عجلة السقوط الحر ٩٨٠ سم/ث^{٢}.

٣ – إذا وضعت أنبوبة شعرية فى حوض به ماء وأنبوبة مماثلة لها تماماً فى

حوض به زئبق. وضح بالرسم ارتفاع السائلين فى الأنبوبتين بالنسبة لسطح السائل الخارجي وبين أيضاً زاوية التماس فى الحالتين.

بعد قراءتك لهذا الدرس أجب عن الأسئلة التالية:

(أ) ما هى أهم جوانب التعلم المستخلصة من هذا الدرس؟.

(ب) ما هى أهم المواد التى استخدمت فيه؟.

(جـ) بأى من مستويات المدخل الكشفى أخذ هذا الدرس؟.

(د) ماهى أهم عمليات العلم التى تضمنها؟. اكتب كلاً منها فى الفراغ الخاص به.

١١ - بيِّن الخطوات الأساسية التى يمكنك بها تدريس النظرية النسبية لتلاميذ فى الصف الثالث الثانوى مستخدماً نزعة تاريخ الحالة.

obeikandl.com