الفصل الثالث :
أساليب التفكير العلمي التطبيقية

أ.د. أحمد عبد القادر المهندس

وكيل مركز الترجمة وأستاذ الجيولوجيا في كلية العلوم

(جامعة الملك سعود)

مقدمـــة :

التـفكير هو أرقى مـا يتـميـز به الإنسـان ، وهو البحث العقلي عـما يحـتـاجـه الإنسان لحل مـشكلاته في الحـياة والتـغلب على مصـاعـبـها . والتـفكير من العمليـات الأسـاسـية التي تساعـد الإنسان على مواجـهـة مشكلات الحياة ومـصـاعـبـها . وقد حلل العالـم التربوي (جون ديوي) عملية التفكير إلى خمس مراحل كما يلي : -

الشعـور بالمشكلة ، تحديدها بشكل دقيق، فرض الفروض لحلها، تحقيق فرض معين وطرح ماعداه، ثم تطبيق هذا الفرض لحل المشكلة .

. أما التفكير العلمي فليس هو تفكير العلماء بالضرورة كما يرى الدكتور فؤاد زكريا في كتابه (التـفكير العلمي) ، ذلك لأن العالم عـادة يفكر في مشكلة متخصصة ، ويستخدم في تفكيره وفي التعبير عن هذا التفكير لغة متخصصة لا يعرفها غير العلماء ؛ لأنها لغة مصطلحات ورموز متعارف عليها .

ولا يفترض في التفكير العلمي معرفة باللغة العلمية أو بالرموز الرياضية الخاصة ، كما لايفترض أن يكون ذهن الإنسان مليئاً بالمعلومات والمفاهيم العلمية أو مدرباً على البحث العلمي . فالتفكير العلمي ببساطة هو التفكير المنظم الذي يمكن أن يستخدمه الإنسان في حياته اليومية ، وفي تعـامله مع الناس، وفي الأنشطة التي يزاولها في أعماله المهنية .

وسوف أعرض لبعض أساليب التفكير العلمي في دراسة العلوم والتي تتطلب استخدام الملاحظات العلمية وجمع المعلومات وإجراء التجارب

للوصول الى حل الظاهرة أو المشكلة العلمية .

ونظراً لأن هذه الدراسة النظرية تتعلق بدراسة العلوم وأسلوب التفكير العلمي فيها فسوف أتعرض لتعريف بعض المصطلحات الأساسية مثل العلم ـ الحقائق العلمية ـ المفاهيمة العلمية ـ التعميمات العلمية ـ القوانين العلمية ـ النظريات العلمية ـ نظرية الاحتراق ـ أسلوب التفكير العلمي ـ التجريب في العلوم . كما سوف أعرض لمثال تاريخي لتجربة ضابطة ـ ودور الإحصاء في التجارب .

وسيتم توضيح أهمية المعلم بشكل عام ومعلم العلوم خاصة في تنمية التفكير العلمي بالكشف عن بعض السمات الأساسية له وتأتي خاتمة الدراسة لمناقشة بعض ما عرضه الطالب النجيب محمد عثمان الحقيل وبعض التوصيات التي يمكن أن تكون مفيدة لتنمية التفكير العلمي .

مفهوم العلـــــم :

من أكثر التعاريف الجيدة للعلم هو تعريف والتر ذيربر (Walter therber, 1968) الذي يقول : «العلم هو طريقة تراكمية لا نهاية لها من الملاحظات الأمبريقية التي تؤدي إلى تكوين مفاهيم ونظريات علمية جديدة تضاف إلى البناء المعرفي للعلم مع المفاهيم والنظريات العلمية الأخرى القائمة ، والتي تخضع للتعديل في ضوء الملاحظات الأمبريقية الجديدة . والعلم لايقتصر على كونه بناء معينا للمعرفة ، وإنما هو أيضاً طريقة للحصول على المعرفة وتنقيحها وتنميتها » .

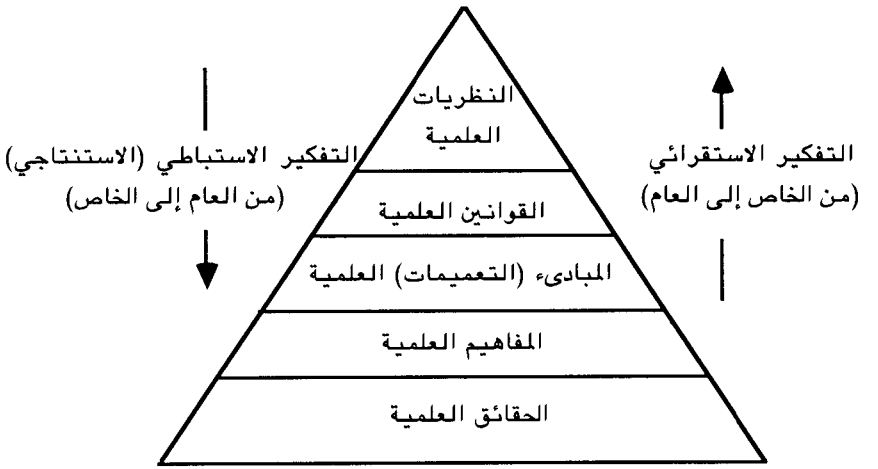
وهذا يعني أن المعرفة العلمية تتميز بالنمو والتطور المستمر . حيث إن

العلم لا يبدأ أبداً من الصفر ، بل يبدأ الباحث العلمي دراسته من حيث انتهى الباحثون الذين سبقوه . ولهذا لابد من العودة إلى الدراسات السابقة وأدبيات البحث للاستفادة من بحوث العلماء الذين سبقوا في دراسة بعض الجوانب المهمة للمشكلة العلمية . كما يدل التعريف على أن العلم بناء هرمي من الملاحظات العلمية والتجريبية التي تخضع للتعديل دائماً ، كما ان العلم هو أسلوب للحصول على المعرفة بطريقة منظمة .

ومن التعاريف الممتازة للعلم تعريف جيمس بكونانت الذي يقول : «العلم هو سلاسل متصلة من الحقائق والمفاهيم والأنساق المفاهيمية (conceptual schemes) تطورت نتيجة للملاحظة والتجريب والتي يجب أن تؤدي إلى مزيد من الملاحظة والتجريب» .

ويظهر في هذا التعريف بأن العلم يتكون أساساً من الحقائق والمفاهيم والتعميمات، ومن الطريقة التي يتم بها الحصول على هذه الحقائق والمفاهيم والتعميمات . أي أن العلم يتكون من المعرفة العلمية بالإضافة إلى الطريقة التي يحصل بها الإنسان على هذه المعرفة .

ويُظهر الرسم التوضيحي البناء الهرمي للعلم بالإضافة إلى العلاقة بين التفكير الاستقرائي والتفكير الاستنباطي .



« البناء الهرمي للعلم »

ويظهر هنا أن قاعدة العلم تتكون من الحقائق العلمية ، بينما تكون النظريات العلمية في قمة الهرم . وللانتقال من القاعدة إلى القمة ، فإن الباحث العلمي يستخدم نمطاً من التفكير العلمي هو الاستقراء (inductive) أي الانتقال من الخاص إلى العام ، أو من الأجزاء إلى الكل، أو الانتقال من الوقائع الجزئية المحسوسة إلى القوانين والنظريات ، وذلك باستخدام الملاحظة وفرض الفروض وجمع البيانات والتجريب والتوصل إلى الحقائق والتحقق من مصداقيتها . أما الاستنباط (deductive) فهو الانتقال من التعميمات العامة والنظريات إلى الجزئيات والوقائع المحسوسة .

وقبل أن أعرض للتفكير العلمي ، لابد من تعريف موجز لما يحتويه البناء الهرمي للعلم ، حيث تعتمد الحقائق والمفاهيم والتعميمات والقوانين

العلمية على بعضها البعض . فالمفاهيم تشتق من الحقائق ، والتعميمات تشتق من المفاهيم ، وهكذا بالنسبة للقوانين والنظريات العلمية . ونلاحظ أن النظريات العلمية قليلة وتقع في قمة الهرم ، كما نلاحظ أن المعرفة العلمية تتدرج إلى الأعلى بحيث أن اكتشاف معرفة عملية سوف يقود إلى معرفة جديدة ، ليحافظ العلم دائماً على تطوره المستمر .

أولاً : الحقائق العلمية : scientific facts

وهي عبارة عن معلومات بسيطة يحصل عليها الإنسان من خلال الملاحظة ، ومن خلال القراءة لهذه الحقائق التي تم التوصل إليها والتحقق منها . والحقيقة العلمية هي وحدة بناء المعرفة العلمية . ومن أمثلة هذه الحقائق : -

* يتكون قلب الإنسان من أربع غرف .
* سرعة الصوت في الهواء تبلغ حوالي (٣٤٠) متراً في درجة ٥٢ درجة مئوية .
* تبلغ كتلة الالكترون حوالي ١ على ١٨٤٠ من كتلة البروتون في الذرة .

ثانياً : المفاهيم العلمية : sci . concepts

والمفهوم العلمي عبارة عن بناء عقلي ينتج عن تصنيف الحقائق من قبل الإنسان ، أو هو صورة عقلية يكونها الإنسان عن شيء ما . ويمكن تصنيف هذه المفاهيم إلى ما يلي : -

مفاهيم بسيطة : تشتق من المدركات الحسية مثل :

الحامض ، القاعدة ، المعدن ، الصخر .

مفاهيم مركبة : وتشتق من المفاهيم البسيطة مثل الجاذبية الأرضية ، الكثافة ، السرعة ، التسارع . . إلخ

مفاهيم تصنيفية : مثل تصنيف الكائنات إلى فقاريات ولافقاريات أو كائنات بحرية وكائنات برية . . إلخ .

مفاهيم عمليات : وتشتق من العمليات العلمية مثل : الترسيب ، التقطير، النمو ، التكاثر . . إلخ .

ثالثاً : التعميمات العلمية : sci . generalizations

وهي علاقات تربط بين عدة حقائق ومفاهيم ، ويصف التعميم العلمي الظاهرة العلمية أو الحدث وصفاً كيفياً . ومن أمثلة التعميمات العلمية : ـ

* كل المعادن تتمدد بالحرارة .
* تتميز الحيوانات الفقارية بوجود عمود فقاري .
* كل الأحماض تحمر ورقة عباد الشمس .

ونلاحظ أن التعميمات تربط بين المفاهيم المتناثرة ، كما أنها توظف التفكير الاستقرائي ، لأن كل تعميم علمي لايمكن الوصول إليه إلا من خلال مشاهدة حالات جزئية . كما ان التعميمات توظف التفكير الاستنباطي ، فعندما نقول إن كل المعادن جيدة التوصيل للحرارة ، فإنه يمكن استنباط أن الحديد جيد التوصيل للحرارة .

رابعاً : القوانين العلمية : scientific laws

القانون العلمي هو تعميم ، لكنه يقوم على أساس عدد كبير من الحقائق والملاحظات والعلاقات المشتقة مع بعضها البعض . ويصف

القانون العلمي الظاهرة العلمية أو الحدث وصفاً كمياً .

ففي قانون بويل نجد أنه يصف العلاقة بين حجم الغاز وضغطه كما يلي :

"عنـــد ثبوت درجة الحرارة ، فإن حجم الغاز يتناسب تناسباً عكسياً مع ضغطه " .

$$ح = م \times \frac{١}{ض}$$

ح = حجم الغاز

ض = ضغط الغاز

م = مقدار ثابت

وتتميز القوانين العلمية بالثبات النسبي ، أي أن الأحداث والظواهر الطبيعية التي يعالجها القانون العلمي متكررة الحدوث . فقانون النسب الثابتة في الكيمياء ، على سبيل المثال ، ينص على أنه اذا اتحد عنصران لتكوين مركب كانت النسب الوزنية بينهما ثابتة . فإذا اتحد الهيدروجين مع الأكسجين لتكوين الماء ، كانت النسب الوزنية لهما (١ : ٨) ، وهذه النسبة ثابتة مهما اختلفت طرق تحضير الماء أو المكان أو الزمان اللذين تجرى فيهما التجربة .

خامساً : النظريات العلمية : sci . theories

وتمثل النظريات العلمية فروضاً نظرية مجردة تربط بين مجموعة كبيرة من القوانين العلمية . وتعتمد النظرية في صحتها على اتفاقها مع الواقع من جهة ، وتفسيرها لهذا الواقع من جهة أخرى .

وحيث إن الحقائق العلمية ذات ثبات نسبي ، وهي متغيرة في كثير من الأحيان ، فإن النظرية العلمية غير ثابتة . فنظرية النشوء والارتقاء لداروين تقع في إطار النظريات التي ثبت عدم صحتها بالرغم من أنها تلقى بعض الدعم من بعض العلماء .

وتجمع النظرية العلمية كثيراً من الحقائق في كلمات قليلة يمكن للإنسان الإلمام بها . كما انها تساعد الباحث على التوقع (prediction) الذي يسهم في توجيه البحث العلمي نحو موضوعات ذات علاقة بالنظرية العلمية .

وقد قادت النظرية الذرية الحديثة البحث العلمي نحو اكتشاف بعض العناصر التي لم تكن معروفة .

نظرية الاحتراق :

قبل أن أعرض لأسلوب التفكير العلمي ، أرى من المناسب عرض أنموذج واقعي وتاريخي لنظرية الاحتراق واكتشاف غاز الأكسجين . فقد قام العالم الإنجليزي بريستلي عام ١٧٧٧م بزيارة العالم الفرنسي لافوازييه بفرنسا ، وأخبره عن الغاز الجديد الذي اكتشفه وحضره بواسطة تسخين المسحوق الأحمر المعروف في ذلك الحين باسم "كلس الزئبق»

(أكسيد الزئبق الأحمر) ، ومن خواصه أن الشمعة المشتعلة تحترق فيه بلهب متوهج . وكان العلماء في ذلك الوقت يعتقدون في نظرية الفلوجستون التي تفسر احتراق المواد بأنها تحتوي بداخلها على شيء غريب ، يتسرب من المادة ويخرج عند احتراقها ، أما المواد التي لا تحترق فلا تحتوي على هذا الشيء الغريب الذي أطلقوا عليه اسم "الفلوجستون" ولم يقتنع لافوازييه بهذا التفسير ، كما أن أنصار هذه النظرية لم يتمكنوا من تحضير الفلوجستون . وبدأ لافوازييه في البحث عن تفسير جديد لظاهرة الاحتراق ، بالاضافة الى اكتشاف الغاز الذي أخبره عنه بريستلي ، وهكذا شعر لافوازييه بأنه يواجه مشكلة عملية ، وأخذ يبحث لها عن حل مناسب . وأعاد لافوازييه تجارب تحضير هذا الغاز بنفسه ليتأكد من صحة ذلك ، ولاحظ أن الشمعة تشتغل في كل من الغاز والهواء العادي ، كما لاحظ أن الحيوانات الصغيرة التي استخدمها في تجاربه كانت تعيش في هذا الغاز ، كما أن المسحوق الأحمر الذي حضر منه بريستلي الغاز يمكن الحصول عليه بتسخين الزئبق في الهواء .

وقد وضع لافوازييه فرضا يفسر به احتراق المادة بأنه اتحاد كيميائي بين المادة وبين الغاز الذي يحتمل وجوده في الهواء . ثم أجرى لا فوازييه تجارب بواسطة ناقوس ومعوجة ، حيث سخن كمية معلومة الوزن من الزئبق تسخيناً خفيفاً لمدة ٢١ يوماً ، فلاحظ أن الزئبق أخذ يختفي لونه الزئبقي تدريجياً حتى تحول في النهاية إلى مسحوق الزئبق الأحمر ، الذي حضر منه بريستلي الغاز الجديد ، كما لاحظ نقص حجم الهواء داخل

الناقوس والمعوجة بمقدار حجم الهواء الأصلي قبل التسخين ، وارتفاع الزئبق في الناقوس ليحل محله هذا الجزء من الهواء الذي نقص . وفحص لافوازييه الجهاز المستخدم فلم يجد أي منفذ لتسرب الهواء منه للخارج ، ووزن الراسب الأحمر في المعوجة فوجد زيادة في وزن الزئبق الذي تم تسخينه . وقد علل لافوازييه ذلك بأن هذا الجزء الذي نقص من الهواء قد اتحد بطريقة ما مع الزئبق وكون هذا المسحوق الأحمر . وعندما اختبر الهواء المتبقي في الناقوس وجد أن الشمعة المشتعلة قد انطفأت ، مما يدل على أن هذا الشيء الذي يسبب استمرار الاشتعال أو الاحتراق لم يعد موجوداً في الهواء ، والذي أصبح يساوي خمس حجم الهواء الأصلي .

ونلاحظ هنا الخطوات العملية التي اتخذها العالم لافوازييه من أجل الوصول إلى نظرية الاحتراق ، فبعد أن شعر بالمشكلة وفرض فروضاً لتفسيرها ، بدأ يتأكد من صحة الفرض من خلال التجارب العملية والملاحظات ، ولكنه لم يتسرع في الوصول إلى النتائج ، حيث استمر في إجراء الجزء التالي من التجربة محاولاً استرداد الجزء الذي اتحد مع الزئبق ، فوضع المسحوق الأحمر في المعوجة واستمر في تسخينه حتى تحول هذا المسحوق إلى حبيبات لامعة من الزئبق ، ثم أوقف التسخين ، وجمع الغاز الناتج فوجد أن حجمه مساو للنقص في حجم الهواء في الجزء الأول من التجربة . ولما اختبر خواص هذا الغاز وجدها مطابقة لخواص الغاز الذي اكتشفه بريستلي . فالشمعة تشتعل في الهواء المضاف إليه هذا الغاز بشدة أكبر مما لو اشتعلت في نفس الحيز من الهواء فقط ، كما لاحظ أن

النقص في وزن المسحوق الأحمر يساوي الزيادة في وزن الزئبق بعد تحولها إلى هذا المسحوق .

وهكذا توصل لافوازييه إلى هذه النتائج التي تمثل نظرية جديدة تفسر الاحتراق بأنه اتحاد كيميائي بين المادة المحترقة وهذا الغاز الذي أطلق عليه اسم الأكسجين .

أسلوب التفكير العلمي :

التفكير هو الأداة الموصلة إلى المعرفة ، والمعرفة قد تكون علمية أو لا تكون طبقاً لاعتمادها على منهج علمي واضح . والمعرفة العلمية تعتمد كثيراً المنهج العلمي الاستقرائي الذي تشكل الملاحظة المنظمة للظواهر أو الأحداث حجر الزاوية فيه • ونقصد بالملاحظة تلك الملاحظة المخططة سلفاً والمستخدمة ضمن إطار علمي ، أما الملاحظات العشوائية والتي تعتمد على الصدفة أو تنبع منها ، والتي يمكن أحياناً أن تؤدي إلى كشف علمي ، إلا أنه لا يمكن الاعتماد عليها دائماً •

ولكي يكون التفكير علمياً لابد أن يتبع خطوات الطريقة العلمية ، والتي تعتمد على الاستقراء أو الاستنباط ، كما ترتكز على أساليب علمية في الوصول إلى الحقيقة • ومن أبرز هذه الأساليب الملاحظة العلمية واستخدام التجارب الضابطة للتوصل إلى حل لمشكلة البحث •

ويمكن تلخيص خطوات التفكير العلمي إلى ما يلي : -

١ - الشعور بالمشكلة .

٢ - جمع المعلومات المتعلقة بها .

٣ - فرض الفروض المناسبة .

٤ - القيام بالملاحظات العلمية .

٥ - تعميم التجربة وتنفيذها .

٦ - الاستنتاج .

٧ - التوقع واستخدام النتائج .

أولاً : الشعور بالمشكلة :

إن شعور الإنسان بمشكلة ما هو الذي يؤدي به إلى البحث عن حل لها ومعرفة أسبابها ، وقد رأينا لافوازييه قد شعر أنّ هناك مشكلة لابد من حلها من أجل تفسير جديد لظاهره الاحتراق .

ثانياً : جمع المعلومات المتعلقة بالمشكلة :

وقد رأينا كيف قام لافوازييه بذلك عندما أجرى تجاربه وجمع معلوماته وبياناته من أجل الوصول إلى استنتاج علمي .

ثالثاً : فرض الفروض المناسبة :

والفروض hpotheses هي حلول ممكنة تخضع للتجريب وهي ليست حلولاً نهائية للمشكلة ، وينبغي أن تصاغ الفروض في عبارات واضحة يسهل فهمها ويمكن اختبار صحتها .

رابعاً : القيام بالملاحظات العلمية :

وتختلف الملاحظات التي يقوم بها الإنسان العادي في حياته اليومية عن ملاحظة الباحث العلمي . فالإنسان العادي لايلاحظ من أجل التوصل إلى كشف علمي ، ولا يهتم بارتباطات الظاهرة العلمية

وعلاقاتها مع غيرها من الظواهر الأخرى . أما العالم أو الباحث العلمي فإن ملاحظته للظاهرة تكون بهدف الكشف عما هو جديد في الظاهرة ، ليصبح جزءً مكملاً للمعرفة العلمية . فالكيميائي حين يقوم بإجراء تجربة ما، فإنه يجري التجربة في درجة حرارة معينة ، وتحت ضغط معين ، حيث يقوم بتدوين تفاصيل التفاعلات بين العناصر التي يخضعها للتجريب . وهناك التجربة التي يقوم بها الباحث الجيوفيزيائي بواسطة جهاز السايز موجراف Seismograp الذي يقوم بتسجيل الزلازل والكشف عنها في صور ذبذبات يقوم بها الباحث بحساب مدلولاتها ، من خلال حساباته لها .

خامساً: تصميم التجربة وتنفيذها :

وفي هذه الخطوة ، تصمم التجربة أو التجارب المناسبة ، مع معرفة العامل أو العوامل المتغيرة في التجربة التي تتطلب الضبط ، بالإضافة إلى الدقة في جمع الملاحظات والبيانات أثناء التجربة . وسأعود إلى هذه النقطة بشكل تفصيلي فيما بعد .

سادساً: الاستنتاج :

وهو الوصول إلى حل المشكلة العلمية ، أو هو العملية التي ينتج عنها تعميمات علمية من خلال ما تقوم من خطوات .

سابعاً: التوقع واستخدام النتائج :

بعد تفسير الظاهرة والوصول إلى حل المشكلة العلمية ، يمكن توقع الأحداث أوالظواهر الجديدة . ويعود هذا إلى مبدأ النظامية في الكون ،

حيث تتكرر الظواهر الطبيعية بانتظام، الأمر الذي يجعل التوقع ممكناً .

التجريب في العلوم :

للتجربة دور أساس في التفكير العلمي وفي كثير من البحوث العلمية . فعن طريق التجربة يمكن اختبار صحة فرض معين . وتتضمن التجربة أحداث واقعة ما تحت ظروف معينة . ويتم خلال التجربة استبعاد أكبر قدر ممكن من المؤثرات الخارجية . وهناك أنواع من التجارب العلمية مثل التجارب الفاحصة Crucial experimentsللتأكد من صحة الفرض ، والتجارب الاستطلاعية Pilot experiments والهدف منها إجراء التجربة على صورة مصغرة ـ في المعمل ـ للتأكد من ضرورة إجراء التجربة بصورة ميدانية أوسع أم لا ؟ وهناك التجارب الموجهة Sight experimentsوهي مثل التجارب الفاحصة والاستطلاعية، لكن هدفها هو الإعداد للتجربة الأصلية من خلال لفت الباحث إلى ضرورة مراعاة أمور ما خلال تخطيطه للتجربة الرئيسة . لكن أهم التجارب العلمية هي ما يسمى بالتجارب الضابطة Controlled experiments حيث تتضمن مجموعتين متشابهتين ، واحدة منها تتخذ أساساً للمقارنة وتعرف بالمجموعة (الضابطة) ، بينما تسمى الثانية بمجموعة (الاختبار) ، هي التي تعرض للتجربة ، ويسعى الباحث خلال التجارب الضابطة ، إلى أن تكون مجموعتا الضبط والاختبار متشابهتين قدر الإمكان فيما عدا العامل المتغير المطلوب اختباره ، وقد تتعدد مجموعات الضبط والاختبار على حسب طبيعة البحث ، لكن الشيء

المهم الذي يجب مراعاته خلال هذا النوع من التجارب هو أن لايتم تغيير أكثر من شيء أو عامل واحد خلال التجربة الواحدة ، مع ضرورة التسجيل الفوري لكل مشاهدات الباحث أثناء التجربة .

وفي التجربة الضابطة - في أبسط صورها - يدخل العامل التجريبي أو المتغير التجريبي على الموقف . وتقارن النتائج بتلك التي يحصل عليها في الموقف بدون دخول المتغير التجريبي . وتسمى النتائج الأولى : النتائج التجريبية ، وتسمى الثانية : النتائج الضابطة . وقد تكون هناك أكثر من مجموعة تجريبية ، كأن يقارن أثر مجموعة من الغازات المختلفة على إشعال شظية . وقد تكون هناك مجموعة تجريبية تبين أثر نسبة العامل المتغير في الظاهرة التي تدرس ، مثل مقارنة أثر إضافة نسب مختلفة من الخميرة في سرعة التخمر في الكحول لمحلول سكري .

وعادة ما تجمع النتائج ، وتقارن إحصائياً لمعرفة درجة دلالة الفروق بين النتائج في المجموعة التجريبية وتلك في المجموعة الضابطة . والتجربة " الضابطة " هي التجربة التي تضبط فيها جميع المتغيرات مع ترك عامل متغير واحد هو العامل التجريبي وإليه تُعزى نتائج التجربة .

مثال تاريخي لتجربة ضابطة :

فرض تور شيلي عام ١٦٤٤م أن الأرض يحيط بها غلاف من الهواء له ضغط على أي جسم مغمور فيه ، شأنه في ذلك الضغط الذي يحدثه الماء على جسم مغمور فيه ماء .

من هذا الفرض العام ، توصل العلماء إلى عدة استدلالات استنتاجية ،

منها استدلال للعالم باسكال الذي يقول بأن الضغط الجوي على قمة جبل يلزم أن يكون أقل منه عند سفحه . وهذا الفرض يمكن اختباره مباشرة بالاستعانة بالبارومتر الذي سبق أن ابتكره تورشيلي .

وقد قام العالم بيريه Pierer باختبار صحة استدلال باسكال ، فصعد بالبارومتر إلى قمة أحد الجبال ، ولاحظ أن عمود الزئبق انخفض ثلاث بوصات عند القمة عنه عند السفح . فهل يكفى هذا دليلاً على صحة الاستدلال ؟ الإجابة على هذا السؤال هي النفي ، فربما كان الانخفاض في ارتفاع عمود الزئبق سببه تغير طارئ على حالة الجو ، ولذلك كلف بيريه أحد مساعديه بأن يرصد بارومترًا عند سفح الجبل في الوقت نفسه كان هو يرصد فيه البارومتر فوق قمة الجبل .

وهكذا نرى أن هناك تجربتين تجريان في الوقت نفسه، إحداهما فوق الجبل وهي التجربة التجريبية ، أما التجربة التي تجري عند السفح فهي تجربة ضابطة ، وهي تجري تحت الظروف نفسها التي تجري فيها التجربة الأصلية فوق قمة الجبل ، فيما عدا أنها على ارتفاع أقل . مثل هذه التجربة تساعد على عزل أي تغيرات تحدث نتيجة عوامل أخرى قد تؤثر في الضغط الجوي غير عامل الارتفاع .

الاستعانة بالإحصاء :

تتلخص شروط التجريب العلمي في التخطيط الجيد والاهتمام بالتسجيل ، والاستعانة بالإحصاء حتى لا يقع الباحث فريسة لمخاطر التجريب وحده . وللإحصاء دور مهم في مختلف التجارب ، ولم يعد

دوره مقتصراً على تفسير النتائج فقط ، ويبدأ هذا الدور من مرحلة التخطيط للتجارب وذلك باختيار العينات ، بالإضافة إلى اختبار عدة متغيرات في وقت واحد بدلاً من الاقتصار على متغير ما أثناء التجربة الواحدة ، الأمر الذي لم يوفر الجهد والوقت والمال فقط ، وإنما أتاح أيضاً إعطاء معلومات أكثر عند المتغير الواحد نتيجة لاختباره في ضوء ظروف متنوعة ، بالإضافة إلى إمكانية ملاحظة أية تفاعلات تحدث بين العوامل أو المتغيرات المختلفة ، على الرغم من التسليم بعدد من الصعوبات التي تكتنف التجارب التي تختبر عدة عوامل في آن واحد لاسيما في نطاق دراسة الحيوانات .

معلم العلوم :

من أسهل الطرق في تدريس العلوم أن يتبع المعلم الموضوعات العلمية كما هي مرتبة في الكتاب المقرر أو خطة المنهاج الدراسي .

ولكن من المستحسن أن يتم ترتيب هذه الموضوعات طبقاً للأحداث الجارية أو لعلاقتها أحياناً بالبيئة فمثلاً عند حدوث زلزال في منطقة من العالم ، أو ثورة أحد البراكين أو حدوث بعض الظواهر الجوية أو حدوث بعض الظواهر الفلكية مثل الخسوف والكسوف ، فإن هذا يمكن أن يدفع بالمعلم إلى سؤال الطلاب واستثارة تفكيرهم عن كيفية حدوثها . وإذا خرج المعلم عن الروتين التعليمي وتحرر من جمود الكتاب ، فهو في طريقه إلى اتباع التفكير العلمي الابتكاري وتشجيع المبادرات الفكرية من الطلاب . وإذا استطاع المعلم إثارة المشكلات بطريقة ابتكارية ، فإن هذا

سوف يدفع بالطلاب إلى الحيوية الفكرية وإثارة الطاقات الإبداعية لديهم .

إن معلم العلوم هو المفتاح للتعليم الحديث الذي يعتمد على التفكير العلمي ، ويضع التربوي (فيكتور شوالتر) بعض السمات الأساسية للمعلم التي ينبغي الاتسام بها على النحو التالي : ـ

١ - البحث المستمر عن المعرفة العلمية .

٢ - طرح التساؤلات باستمرار عن جميع الأشياء من حوله .

٣ - البحث عن المعلومات والبيانات ومعاني كل منها ، وتوظيفها في حياته اليومية .

٤ - التحقق مما يقرأ ويلاحظ ويسمع ، أي لا يأخذ الأمور على علاّتها دون أن يناقشها للتحقق مما يصل إليه من معلومات .

٥ - احترام المنطق وتوظيفه في مناقشة خصائص المعرفة العلمية التي يصل إليها عن طريق الاكتشاف وعن طريق الاستنتاج العقلي .

وتضيف المؤسسة الأمريكية للعلوم المتقدمة النقاط التالية : ـ

١ - فهم دور المدرسة في المجتمع وعلاقتها بالتطور الإنساني ، ودوره هو في المدرسة وكعضو في المجتمع .

٢ - وعي حاجات المجتمع ودور العلوم في تحقيقها .

٣ - إيمان بالأسلوب العلمي في التفكير .

ويقول التربوي (فيكتور شوالتر) أنه يجب على معلم العلوم ما يلي : ـ

١ - استخدام مزيج واسع من طرق التدريس ، حتى يوفر فرصا تعليمية واسعة تناسب الطلاب .

٢ - ينظر إلى المنهاج على أنه متغير طبقاً لحاجات الفرد والمجتمع .

٣ - العمل بفعالية ، متعاوناً مع زملائه لتحسين التعلم .

المناقشة والتوصيات :

بعد هذا العرض الموجز عن أساليب التفكير العلمي من الناحية التطبيقية ولاسيما في دراسة العلوم ، لابد من وقفة سريعة للتعرف على بعض المشكلات التي عرضها الطالب النبيه (محمد عثمان الحقيل) والذي جمعها من خلال دراسته في المرحلة الثانوية .

وقد ذكر الطالب أن قوانين أوم وبويل وجول تُعطى لهم بدون معرفة كيف جاءت هذه القوانين كما أن الطلاب مجبرون على حل بعض المسائل على هذه القوانين بشكل آلي .

وأعتقد أنه من الصعب مراجعة جميع القوانين أو البدء في معرفة الخطوات التي اتخذها العلماء للوصول إلى وضع هذه القوانين ، حيث أن حجم المنهج والوقت المتاح للمعلم لايسمحان دائما بالاستقصاء وإعادة النظر في كثير من القوانين والنظريات العلمية . ولا شك أن هذه القوانين والنظريات لم تأت إلا بعد تمحيص طويل ومن المستحسن أن يقوم الطالب المتميز بالعودة إلى الكتب العلمية خارج إطار الفصل للقراءة عنها والتعرف على مزيد من التفاصيل حول اشتقاقها والبرهنة عليها .

ومن الواجب على المعلم أن يطلب من الطلاب تفسير القوانين العلمية من خلال أسئلة تقيس مدى فهم الطالب للقانون العلمي بالإضافة إلى تطبيق القانون في حل المشكلات العلمية والتي تشمل : -

حل المسائل بواسطة القانون العلمي .

عرض بعض المشكلات العلمية لاقتراح حلها في ضوء القوانين العلمية .

إعطاء أمثلة على بعض التطبيقات للقوانين العلمية في الحياة .

أما ما ذكره الطالب (محمد الحقيل) عن الكيمياء للصف الثالث الثانوي وبأن التعليم يركز على النواحي النظرية دون التعرف على النواحي العملية فإن هذا يمكن معالجته بإعطاء مزيد من الوقت للدراسة العملية في المختبر . أما عن الدراسة النظرية للأحافير والأحياء فإن هذا يمكن تلافيه بعمل بعض الزيارات إلى المتاحف العلمية بجامعة الملك سعود والتي تمتلك متحفين للجيولوجيا وعلم الحيوان والجامعة ترحب بهذه الزيارات من جميع المدارس بـ(المملكة العربية السعودية) للسؤال والاستفسار عن كثير من الظواهر العلمية التي يمكن مناقشتها مع بعض المتخصصين .

إن أبرز أهداف التعليم هو تعليم الطلاب (كيف يفكرون ؟) بدلاً من (كيف يحفظون ؟) وهناك أساليب علمية مختلفة لذلك يمكن تلخيصها فيما يلي : -

أسلوب حل المشكلة problem solving

أسلوب الاستنباط induction

أسلوب الاستقراء bdduction

التفكير الناقد critical thinking

التفكير الابتكاري creative thinking

ومن أجل هذا لابد أن يركز المعلم على مساعدة الطلاب على التفكير

العلمي ، التفكير الموضوعي المجرد الشامل الذي يقوم على الدليل والبرهان مع إجراء التجارب، واستخدام المنطق السليم ، والإيمان بمبدأ السببية للوصول إلى النتائج العلمية وربما توقع نتائج جديدة .

إن تنمية قدرة الطلاب على التفكير العلمي لن تتحقق بمجرد التدريب عليها مرة أو مرات معدودة، فالأمر يتطلب مزيدا من الاستمرار والتصميم وذلك بإتاحة الفرصة للطلاب بمواجهة مشكلات حقيقية بحيث نساعدهم على كيفية التعرف عليها وتحديدها ووضع الفروض المناسبة لحلها ، وتجميع المعلومات المناسبة بشأنها من المصادر الأساسية حتى الوصول إلى الحل أو الحلول المناسبة . لقد أصبح لزاماً على المدرسة أن تعي أن أسلوب التعليم بواسطة الحفظ والتلقين غير مجد إطلاقاً فقد أثبتت الدراسات أن ٨٠ - ٩٠٪ مما يتعلمه الطلاب بأسلوب التلقين يصبح بعد فترة في طي النسيان .

ومن أجل تنمية التفكير العلمي عند الطلاب أقترح مايلي من توصيات واقتراحات :-

- ينبغي على المعلم أن يساعد الطلاب على تنمية المهارات اليدوية من خلال إعطاء الطلاب فرصة استخدام أدوات القياس والأجهزة العلمية وذلك لتعميق معرفتهم ومزاولة الدراسة العملية .
- التركيز على التفكير العلمي وعلى مهارات أو عمليات العلم التي يمكن للطلاب استخدامها وتطبيقها في حل مشكلاتهم .
- أن يشجع طلابه في البحث عن المعلومات العلمية خارج الكتب

المدرسية ، وهذا يعني امتداد التعليم خارج الفصل والمدرسة .

- التركيز على أثر العلم والتقنية في حياة الإنسان .

- التأكيد على الوعي الوظيفي والمهني للطالب ، وخاصة فيما يتعلق بالمهن ذات الصلة بالعلم والتقنية .

- تعويد الطلاب على المناقشة وإثارة روح المبادرة لديهم وعدم السخرية من أفكارهم.

- الابتعاد عن أسلوب الحشو والتلقين وإعطاء دور أكبر للطالب من أجل تشجيعه على الشرح الواضح والمناقشة والتساؤل العلمي دائماً .

- الاهتمام بربط ما يوجد في الكتب الدراسية بالبيئة وتطور العلم والتقنية .

- التركيز على الكيف لا الكم في المواد العلمية ، مع الاهتمام بهذه المواد لدورها المتميز في تنمية مهارات التفكير العلمي .

- إعادة النظر في سياسة التعليم بحيث تركز في أهدافها على تنمية مهارات التفكير العلمي .

- استخدام أساليب تدريسية مختلفة في تدريس الحقائق والمفاهيم العلمية، بالإضافة إلى الرحلات الميدانية العلمية .

- التأكيد على خبرات الطالب والانطلاق منها بحيث يكون للطالب دور فاعل في عملية التفكير العلمي .

- الربط بين الدراسة النظرية والدراسة المعملية ، بحيث يمكن للطالب أن يستخدم ما اكتسبه من معارف عملية في القيام بالنشاطات والتجارب المعملية وتفسيرها .

- ربط الحقائق والمفاهيم العلمية بخبرات الطالب السابقة وبظروف البيئة المحلية التي يعيش فيها .

- استخدام أساليب القياس في الامتحانات المدرسية ، بحيث تكون صالحة لقياس فهم الطالب لما تعلمه من مفاهيم علمية وأساليب تعتمد على التفكير العلمي ، ومحاولة حل المشكلات العلمية .

- الاهتمام بالأسئلة التي تنمي التفكير العلمي عند الطلاب بدلاً من الأسئلة التي لا تتطلب سوى حفظ ما بداخل الكتب مثل (لماذا توجد البراكين عند حواف القارات ؟ما علاقة حزام الزلازل بالبراكين ؟ لماذا تزيد درجة حرارة الأرض ؟ لماذا تزيد أو تختلف سرعة التفاعل عند إضافة العامل المساعد × ؟)وغيرها من الأسئلة التي تشير التفكير الإبداعي عند الطالب.

والله ولي التوفيق.

* * *

٧- المراجع : REFERENCES

- المراجع العربية :

١- بيفردج ، و . م (١٩٦٣) . فن البحث العلمي / ترجمة زكريا فهمي، المجلس الأعلى للعلوم / دار النهضة العربية ، القاهرة .

٢- الديب / فتحي ، عميرة ، ابراهيم بسيوني (١٩٧٦) . تدريس العلوم والتربية العلمية ، دار المعارف ، القاهرة .

٣- زكريا / فؤاد (١٩٨٧) . التفكير العلمي / عالم المعرفة ، الكويت .

٤ - كونانت / جيمس (١٩٦٣) . مواقف حاسمة في تاريخ العلم ، ترجمة د. أحمد زكي ، دار المعارف ، القاهرة .

٥ - لبيب / رشدي (١٩٨٥) . معلم العلوم / مسؤولياته ، أساليب عمله، إعداده، نموه العلمي والمهني ، الأنجلو المصرية ، القاهرة .

- المراجع الأجنبية :

1- collettee , a (1973) > Science teaching in seconday school - a guide for modernising instruction , allyn and bacon , inc., Boston .

2- dewey , john (1933) . How we think , D.C. Health co., New York .

3- popper , k.r. (1968) . The logic of scientific discovery , hutchinson and co.Ltd., London .

4-Therber , W.A. (1968) . Teaching science in today seconday school , allyn bacon inc., Boston .