

## الفصل الثاني

### طبيعة العلم

- معنى العلم
- عمليات العلم
- أهداف العلم

obeikandi.com

## مقدّمة

لكل فرع من فروع المعارف الإنسانية طبيعته الخاصة والتي تميزه عن غيره من الفروع الأخرى، وتعتمد هذه الطبيعة أساساً على البنية التركيبية لهذا الفرع وعلى أساليب البحث فيه وأهدافه، وهذا يعنى أنه عندما نقول أن طبيعة التاريخ تختلف عن طبيعة الرياضيات أو العلوم، وأن بنية التاريخ تختلف عن بنية الرياضيات أو العلوم، كما أن أسلوب البحث للتاريخي يختلف عن أساليب البحث المستخدمة في الرياضيات أو في العلوم.

ويرى المتخصصون في التدريس أن تدريس أى فرع من فروع المعارف يجب أن يعكس طبيعة هذا الفرع، أى يؤدى إلى فهم التلاميذ لهذا الفرع وأساليب البحث فيه، وإذا لم يحدث ذلك فإن الدارسين سوف يكونون صورة ناقصة ومشوهة عن هذا الفرع. ولذلك فإن معلم العلوم مطالب بأن يتعرف على طبيعة العلم أو طبيعة العلوم كفرع من فروع المعرفة الإنسانية، وهذا الفصل الذى بين يديك سوف يساعدك فى فهم معنى العلم وعملياته وأهدافه وأساليب البحث فيه وهى مكونات أساسية تساعدك فى تكوين فكرة واضحة عن طبيعة العلوم وأرجو أن يساعدك ذلك فى تدريسك لها فيما بعد.

## معنى العلم

هل تعرف ما المقصود بكلمة «العلوم»؟ لقد مررنا بالمفهوم بسلسلة من التطورات عبر العصور، فكلمة «علم» كانت تعنى فى العصور الوسطى المعارف من حقائق وقوانين ونظريات والتي تتصل بكافة فروع المعرفة التي عرفتها البشرية حتى ذلك الحين ومع بداية القرن العشرين (الميلادى) إزداد حجم المعرفة العلمية والتطبيقات التكنولوجية إزداداً كبيراً، الأمر الذي وجه الأنظار إلى دراسة الكيفية التي تم عن طريقها حدوث هذا الإزداد المعرفى، وجعل المتخصصين يتساءلون عن الأسلوب أو الطريقة التي مكنت من التوصل إلى هذا الكم الهائل من المعارف.

وقد أدى ذلك التساؤل إلى دراسة وتحليل المنهج المستخدم فى إجراء البحوث العلمية الأمر الذي أوضح دور هذا المنهج فى كل بحث، وأنه أساسى فى توجيه أعمال وجهود الباحثين الهادفة إلى التوصل إلى المعرفة، ومن هنا تم إعادة النظر فى المفهوم السابق للعلم.

وقد عرف كروثر *Krotter* وهكسلى *Hexely* العلم بأنه نظام يسيطر به الإنسان على الطبيعة؛ ولعل ما يقصدانه بالنظام هو استخدام المنهج العلمى فى استقصاء الظواهر والبحث عن أسبابها.

أما كوليت *Collette* فيرى أن العلم مجموعة لا نهائية من الملاحظات العلمية والتي يمكن أن تخضع للتعديل المستمر فى ضوء ما يستجد من ملاحظات، والعلم ليس البناء المعرفى فقط ولكنه أيضاً يتضمن طريقة الحصول على المعرفة وتغييرها.

ويرى كونانت *Conant* أن العلم سلسلة من المفاهيم والتصورات المفاهيمية، والتي تتكون نتيجة لحدثين هما الملاحظة والتجريب.

ولعل نظرة متأملة إلى تعريفى «كوليت» و «كونانت» تظهر أن كلا منهما أكد على دور الملاحظة والتجريب فى بناء الهيكل المعرفى للعلم. كما أنهما إتفقا على إبراز الطبيعة الديناميكية له.

ويؤكد جيفونز *Jevons* على هذا الأمر بقوله «إن العلم عملية ديناميكية تتصف بالتراكمية والإنتشار، والعمل العلمي الجيد لا ينتهي حتماً إلى حقائق مطلقة، بل ربما يفجر مشكلات جديدة».

ويحدد بلاو وسشوارتن *Blough & Schwartz* مفهوم العلم تحديداً جيداً في قولهما «أن العلم يبدأ بمشكلة محيرة، ومن ثم يمضى العالم فى محاولات لحلها، وقد يتوصل إلى الحل ويظهر الكشف الجديد، وقد تكون مجرد محاولات تثير مزيداً من الأسئلة المحيرة، هذه المحاولات المتكررة هى الطريق إلى نمو المعرفة العلمية ولذلك يمكن القول بأن للعلم بعدين، البعد الأول وهو طرق الإستقصاء أو الإستكشاف أو البحث العلمى، أما البعد الثانى فهو للجسد العضوى للمعرفة العلمية التى يتم إكتشافها من خلال عمليات البحث والإستقصاء».

ومن العرض السابق يمكن القول بأن مفهوم العلم قد تطور على مر العصور، فقد عرف العلم بأنه المعرفة أو المعلومات فى العصور الوسطى، وتطور هذا المفهوم عن طريق دراسة الأسلوب والعمليات التى تؤدى إلى التوصل إلى هذه المعرفة ومن ثم عرف العلم على أنه العملية الديناميكية التى تهدف إلى إستقصاء وبحث الظواهر وحل المشكلات الطبيعية والإنسانية والإجابة عن الأسئلة الغامضة، وذلك وفق أسلوب بحثى محدد يعرف بالأسلوب العلمى. وقد تؤدى تلك العمليات الديناميكية الإستقصائية إلى توليد المزيد من المشكلات، وأياً كان الأمر فالعلم بأسلوبه قادر على إيجاد الحلول لتلك المشكلات فى حدود طبيعة المشكلة وإمكانيات منهج البحث وأدواته.

والآن يمكننا أن نستخلص بعض التعاريف العامة لمعنى العلم على النحو

التالى:

- ١ - العلم هو السبيل لحل المشكلات.
- ٢ - العلم هو البحث عن المعرفة.
- ٣ - العلم مجموعة حقائق تم التوصل إليها بعد التجريب.
- ٤ - العلم مفتاح البحث العلمى.
- ٥ - العلم هو تكامل بين المعرفة وطريقة التفكير والبحث.

ولعل العرض الابق لتطور مفهوم العلم بقودنا لمعرفة أهمية الأسلوب البعثى الذى يطلق عليه عمليات العلم أو عمليات الإستقصاء العلمى أو التفكير العلمى، وهى العمليات التى يستخدمها الباحثون أو يقومون بها عادة من أجل التوصل إلى إكتشاف حلول للمشكلات المختلفة التى يتعرضون لها بالدراسة، ومن ثم يتوصلون إلى المعارف الجديدة.

ولأهمية تلك العمليات فسوف نلقى مزيدا من الضوء على طبيعتها وبهذا نكون قد أسهمنا فى توضيح الصورة الكاملة لطبيعة العلم كعملية تهدف إلى حل المشكلات من خلال عمليات أو خطوات محددة.

### عمليات العلم

تعد عمليات العلم *Science Processes* أو خطوات التفكير العلمى *Scientific Thinking Steps* كما يطلق عليها أحيانا ذات أهمية بالغة فى البحوث العلمية، ولكى يمكن تحديد هذه العمليات ومن ثم نقلها كدعامة للبحث من جيل إلى جيل، فقد قام بعض العلماء السابقين بدراسة وتحليل للبحوث السابقة حتى أمكنهم التوصل إلى قائمة أساسية للقواعد التى يمكن على أساسها التخطيط للدراسات المختلفة، كما أمكن التوصل إلى أنماط التجارب وطرق التحليل التى يمكن إتباعها للتوصل إلى البيانات وإستخلاص النتائج.

ومن ناحية أخرى تناول بعض ما يتبعه العلماء من البحث من الوجهة النفسية فحاولوا دراسة وتحليل ما يحدث فى العقل من خطوات حتى يتم التوصل إلى حلول للمشكلات، وكانت نتيجة تلك المحاولات ظهور عدة قوائم تتضمن ما يحدث من عمليات أثناء عملية البحث العلمى أو ما يطلق عليه أحيانا الطريقة العلمية.

ومن هذد القوائم القائمة التى نتجت عن تحليل الجمعية القومية للدراسات التربوية بالولايات المتحدة الامريكية للعناصر المتضمنة فى عملية التفكير العلمى، والنرى حددت هذد العناصر كالتالى:

- ١- الشعور بمشكلة ذات دلالة.
- ٢- تعريف المشكلة أو تحديدها.

- ٣- دراسة الموقف من حيث جمع الحقائق التي لها علاقة بالمشكلة.
- ٤- وضع أفضل التفسيرات أو الفروض لحل المشكلة.
- ٥- اختيار أنسب الفروض.
- ٦- إختبار الفروض بواسطة التجريب أو بأية وسيلة أخرى.
- ٧- قبول الفرض مؤقتاً أو رفضه وإختبار فروض أخرى.
- ٨- الوصول إلى حل المشكلة.

وتتفق الخطوات السابقة مع الخطوات التي حددها بعض الباحثين العرب أمثال «كاظم» و«ليبب» إلا أن كلا منهما يضيف إلى نهاية القائمة خطوة ذات قيمة هامة بالنسبة للعلم وهي التعميم *Generalization* وفي هذا الصدد يقول رشى ليبب: «إن القيمة الأساسية للعلم ليست في أنه يبحث عن حلول لمشكلات طارئة أو جزئية، بل في وصوله إلى مجموعة الحقائق والقوانين والنظريات التي يمكن إستخدامها في مواقف جديدة مشابهة، ومن هنا تأتي أهمية عمليات التجريد والتعميم كعمليات مصاحبة للتفكير العلمي.

وقد يتصور البعض أن خطوات حل المشكلة تمثل أساساً نظرياً ثابتاً يمكن الاعتماد عليه لحل أية مشكلة، إلا أن هذا التصور غير صحيح فهو لا يعدو أن يكون مجرد تصورات لما يحدث من عمليات، ولعل الصعوبة التي تواجه العلماء وتعرض وضع نظرية واضحة المعالم لحل المشكلات العلمية تتمثل في كون المشكلات تأتي متباينة في أنواعها ومختلفة في أحجامها، ولا يوجد تصنيف ثابت لأحجام المشكلات وأشكالها الأمر الذي يجعل العمليات التي قد تستخدم في حل مشكلة ما، قد لا تستخدم في حل الأخرى.

كما أن ترتيب خطوات التفكير العلمي بهذا التسلسل قد يوحي بأن المشكلات العلمية يمكن حلها باتباع هذه الخطوات الخطوة تلو الأخرى، إلا أن ذلك أيضاً غير صحيح، فالمنهج العلمي ليس خطوات محددة ينبغي الالتزام بتسلسلها بل هو مجموعة من العمليات العقلية المتداخلة والتي تؤثر كل منها على الأخر.

ولعلمائنا العرب والمسلمين الكثير من المواقف التي تؤكد إهتمامهم بمنهجية التفكير العلمي السليم مما أدى إلى إكتشافهم لكثير من الكشوف العلمية التي تعتبر أساساً لمعظم ما توصل إليه الغربيين.

ومن أبرز أولئك العالمان المسلمان (الحسن بن الهيثم وأبو بكر الرازي) اللذان عرفا الطريقة العلمية في التفكير وركزا عليها في أبحاثهما مما يدعو أغلى القول بأن الأول إستعملها قبل العالم (فرانسيس بيكون Francis Bacon) والذي يعتبره بعض علماء الغرب واضعاً لأسس الطريقة العلمية في التفكير، والقصة التالية توضح مدى استخدام علمائنا للأسلوب العلمي في حل مشكلاتهم.

### أبو بكر الرازي يحدد مكان البليماوصتان:

طلب الخليفة العباسي (المعتضد) من مستشاريه أن يختاروا له مجموعة من الأطباء لاختيار موقع البليمارستان العضدي (أى المستشفى للكبير) والذي يعتزم الخليفة إقامته، فقدموا له أكثر من مائة اسم طبيب ليختار من بينهم من يرى، وكان من ضمنهم الرازي.

طلب الخليفة إختصار تلك الأسماء إلى خمسين فأربعين فثلاثين فثعشرة فكان الرازي من بينهم، ثم طلب إختصارهم إلى ثلاثة ثم واحد وكان الرازي أيضاً هو الوحيد المختار من بينهم لتلك المهمة، فطلب الخليفة احضاره، فلما مثل بين يدي الخليفة قال له: أريد منك أن تختار أنسب الأمكنة في بغداد لبناء المستشفى الكبير الذي أعتزم إقامته، فقال له الرازي: سمعاً وطاعة.

بدأ الرازي يفكر في المهمة الكبيرة التي أسندت إليه، وأى الأمكنة أنسب.. ولماذا؟ وغير ذلك من الأسئلة من الأسئلة التي طرقها وفكر فيها، وأخيراً هداه تفكيره وأسلوبه العلمي إلى فكرة جيدة سارع إلى تنفيذها حيث طلب من أحد صبيانه أن يأتيه بقطعة كبيرة من اللحم الطازج، ثم دعا أكثر من صبي وجمعهم حوله، وأخذ يقطع اللحم إلى قطع صغيرة أعطاها إلى كل صبي، فأخذ كل صبي قطعة من اللحم الطازج والدهشة تعلو محياه، بسط العالم المسلم أبو بكر الرازي (٦٨٥-٩٢٥م) خريطة بغداد أمام الصبية وأخذ يحدد لكل واحد منهم موقعا يذهب إليه ويعلق اللحمه ويحرسها ليل نهار.

نُفذ الصببة طلب سيدهم الطبيب، جلس كل واحد منهم يحرس اللحم المعلقة وهو لا يدري ما الهدف من وراء ذلك، أخذ الرازي يمر عليهم الواحد تلو الآخر أكثر من مرة في اليوم الواحد، وكان يتحسس ويشم رائحة قطع اللحم وبتركيز شديد مع تدوين ملاحظاته ومشاهداته.

وبعد فترة وجيزة ذهب الطبيب أبو بكر الرازي للخليفة العباسي يخبره بأنسب المواقع لإقامة المستشفى المطلوب، فسأله الخليفة عن قطع اللحم المعلقة في معظم أرجاء بغداد، حيث إنتشر خبرها وإستغرب الناس ذلك، فأجابه الرازي: بأنه وضع قطع اللحم في جهات مختلفة من المدينة وبدأ يلاحظ مدى سرعة تعفنها حيث إختار الموقع الذي تعفنت فيه آخر قطعة لحم ليكون أنسب المواقع لإقامة المستشفى المتخصص عليه. فأعجب الخليفة المعتضد بالعالم أبي بكر الرازي وبطريقته العلمية الجيدة والتي توصل إليها بأسرع وقت.

#### التفكير الاستقرائي والتفكير الاستقصائي:

هما نوعان من التفكير العلمي، فالتفكير الاستقرائي *Inductive Thinking* يتم عن طريق الانتقال من الجزئيات إلى الكليات، وهذا النوع من التفكير يصلح كثيراً لتلاميذ المدارس الابتدائية والمتوسطة، حيث يسهل عليهم الانتقال من المحسوس إلى المجرد أما التفكير القياسي أو الاستنباطي *Deductive Thinking*، فهو عكس التفكير الاستقرائي ويصلح في الغالب لتلاميذ المدارس الثانوية وما بعدها، أعط مثلاً لكل من النوعين لتدرك مدى الفرق بينهما.

#### العمليات (الممارات) الضرورية للتفكير العلمي:

إن المعرفة العلمية بأشكالها المختلفة تنمو وتزداد نتيجة لاستخدام الطريقة العلمية ومهارات التفكير العلمي في إجراء البحوث أو التجارب العلمية. ويحتاج التلميذ إلى عدد من المهارات والقدرات العقلية التي تساعد على تطبيق الطريقة العلمية في التفكير وتسمى هذه القدرات بعمليات العلم، وتعرف بأنها مجموعة العمليات العقلية اللازمة لتطبيق طرق العلم والتفكير العلمي، وتتضمن عمليات العلم المهارات الآتية:

## ١- الملاحظة *Observation*

يبدأ البحث العلمي في الغالب بملاحظات بسيطة وهذه قد تتجمع لتشكّل ظاهرة تستحق الدراسة والبحث، والملاحظة هي تدرّة عقلية يقصد منها إكتساب أو تفسير ظاهرة من الظواهر أو الأحداث، وقد يكتفى الملاحظ بحواسه فقط وقد يستعين بأجهزة مساعدة تعينه على تشخيص تلك الظاهرة، ويشترط للملاحظة أن تكون:

- ١- كاملة بمعنى أن يلاحظ الباحث جميع العوامل التي قد يكون لها أثر في أحداث الظاهرة.
- ٢- بعيدة عن التحيز.
- ٣- منظمة ودقيقة وموضوعية وشاملة لعدد كاف من الحالات تحت ظروف مختلفة.
- ٤- يستعين الباحث (للملاحظ) بالوسائل العلمية المناسبة والتي تعينه على الملاحظة الدقيقة، وأن يسجل المشاهد بأسرع ما يمكنه بعد الملاحظة مباشرة.
- ٥- ونضيف بأنه يجب أن تكون تلك الملاحظة قابلة للتكرار، بمعنى أن الملاحظة التي لا تتكرر لا يمكن إخضاعها للبحث والدراسة.

## ٢- القياس *Measuring*

يحتاج التلميذ أو الباحث إلى استخدام أدوات القياس بدقة وموضوعية. ولهذا يجب تدريب التلاميذ على استخدام أدوات القياس المختلفة في البحث والتجارب العملية لإكسابهم مهارات القياس بجميع أنواعه مثل قياس الطول والوزن والحجم ودرجات الحرارة والحموضة وغيرها وذلك بالتدريب على الأدوات المناسبة مثل استخدام الميزان الحساس - الترمومترات - المسحاحة - الأواني المدرجة وغيرها من الأدوات والأجهزة العلمية.

## ٣- التصنيف *Classification*

يعتبر التصنيف من القدرات العقلية التي تخدم التفكير العلمي وتتضمن مساهمة القدرة على تصنيف المعلومات أو البيانات التي جمعت في مجموعات أو فئات

إعتماداً على الخواص المشتركة بينها مثل تصنيف الأشياء حسب الحجم أو اللون أو الوزن. وتصنف النباتات حسب الزهرة أو الورقة، كما تصنف الحيوانات طبقاً لصفات عامة مشتركة فيما بينها. ويجب تدريب التلاميذ على مهارات التصنيف بأن يطلب منهم جمع النباتات من البيئة ومحاولة تصنيفها.

#### ٤ - التفسير *Interpretation*

وهذه المقدرة العلمية تتضمن القدرة على تفسير المعلومات التي جمعها ولاحظها وصنفها التلميذ أو الباحث كما تشتمل على محاولة تفسير البيانات والنتائج التي جمعت حول ظاهرة معينة وذلك في ضوء المعلومات السابقة التي يمتلكها الباحث.

#### ٥ - الاستنتاج *Infering*

وتشتمل هذه المقدرة العقلية على محاولة التوصل إلى نتائج معينة على أساس من الأدلة المناسبة الكافية. ويتم ذلك عن طريق ربط الملاحظات والمعلومات عن ظاهرة معينة بما لدى الباحث من معلومات سابقة يستطيع إستنتاج حكم معين يفسر به هذه الملاحظات.

#### ٦ - الإستنباط *Deduction*

وهي عملية عقلية تمثل الانتقال من العام إلى الخاص أو إستنتاج الجزئيات من الكليات وتساعد هذه العملية العقلية على اشتقاق نتائج جزئية خاصة من خلال قاعدة عامة أو تعميم معروف فعلى سبيل المثال إذا ما علمنا أن المعادن موصل جيد للحرارة فإبنا نستنبط منها أن معدن الحديد موصل جيد للحرارة.

#### ٧ - الإستدلال *Induction*

وهي عكس عملية الإستنباط حيث يتم الانتقال من الخاص إلى العام ويتم بهذه العملية العقلية إستنتاج قواعد عامة من ملاحظة حقائق معينة لحالات فردية مثل اشتقاق خواص الفلزات مع ملاحظة خواصها مثل: الحديد- النحاس- الألمونيوم... حيث تتصف هذه الفلزات بقابليتها للطرق والسحب وقدرتها على

توصيل التيار الكهربائي مما يجعلنا نقول إن من خواص الفلزات قابليتها للطرق والسحب وقدرتها على التوصيل الكهربائي.

### ٨- التنبؤ *Preduction*

التنبؤ مهارة عقلية يستخدم فيها الباحث معلوماته السابقة في التنبؤ بحدوث ظاهرة أو حادثة ما في المستقبل وذلك بعد تحليل المعلومات والأحداث الجزئية المرتبطة بالظاهرة مثل التنبؤ بسقوط الأمطار حين يلاحظ الفرد المتعلم الغيوم المنخفضة وإشتداد الرياح وإنخفاض درجات الحرارة فإنه يتنبأ بسقوط الأمطار كنتيجة لتحليله لهذه الظاهرة.

### ٩- مهارة استخدام الرياضيات *Mathematical Using*

تعتبر المهارات الرياضية من المهارات العقلية الضرورية في البحث والتفكير العلمي حيث أن الباحث أو التلميذ يحتاج إلى تطبيق العمليات الرياضية ومبادئ الإحصاء على البيانات أو القياسات العلمية التي يحصل عليها عن طريق الملاحظة أو الأدوات البحثية الأخرى، وترتبط بهذه المهارة القدرة على استخدام القوانين والرموز الرياضية فيمكن كتابة العلاقة بين الكثافة والكتلة والحجم على شكل الكثافة = الكتلة ÷ الحجم أي أن  $\text{ث} = \text{ك} \div \text{ح}$ ، وكذلك تكتب العلاقة بين المسافة والسرعة والزمن بالشكل التالي: المسافة = السرعة × الزمن أي أن  $\text{ف} = \text{ع} \times \text{ن}$ .

### ١٠- ضبط المتغيرات *Controlling Variables*

وتتضمن هذه العملية إبعاد أثر جميع المتغيرات وذلك بتثبيتها عدا المتغير التجريبي بحيث يمكن للباحث الربط بين المتغير التجريبي المستقل والمتغير التابع حتى لا يحدث تداخل بين تأثير العوامل بعضها مع بعض وبمعنى آخر عزل جميع العوامل المؤثرة على الظاهرة وترك عامل واحد حتى يمكن معرفة تأثير هذا العامل على الظاهرة كما في مثال دراسة العوامل المؤثرة على سرعة تبخر السوائل فيمكن تثبيت جميع العوامل مثل سرعة الهواء ونوع السائل وكثافته والرطوبة وسعة الإناء ثم نحاول دراسة تأثير عامل واحد هو ارتفاع درجات الحرارة وتأثيرها على سرعة تبخر السائل.

## ١١ - فرض الفروض وإختبارها

### *Hypothesising and Testing Hypotheses*

الفرض هو حل مؤقت أو حل محتمل للمشكلة ويصاغ الفرض إما على هيئة بحثية أو إحصائية، ويجب أن يحدد الفرض علاقة بين متغيرين وأن يكون قابلاً للاختبار حتى يمكن قبوله أو رفضه، وبالتالي يسهم في إكتشاف المعرفة العلمية وتقدمها.

## ١٢ - العمل التجريبي: *Experimental Work*

ويتضمن تدريب التلميذ على إجراء التجارب أو أى نشاط علمي آخر، ووضع فروض مناسبة وإختبار هذه الفروض وضبط المتغيرات ثم الوصول إلى النتائج ومحاولة تفسيرها التفسير العلمي المناسب وبذلك نجد أن مهارة التجريب تجمع فيما بينها قدرات عقلية متعددة من أنواع القدرات العقلية السابقة ولهذا تعتبر من القدرات المتميزة والمتقدمة.

وتعتبر عمليات العلم ومهارات التفكير العلمي من أهم الأهداف الإستراتيجية لتدريس العلوم، ولذلك يجب على معلمى العلوم مساعدة تلاميذهم على إكتساب هذه المهارات من خلال مواقف النشاطات المختلفة فى التربية العلمية وتدريب العلوم، نذكر منها:

- ١- التركيز على الجانب العلمى فى تدريس العلوم مع إعطاء الفرصة للتلاميذ للقيام بالتجارب العملية بطريقة استقصائية حتى يكتسبوا مهارات البحث العلمى والتجريب العلمى وطرق معالجة البيانات وتتكون لديه القدرات أو المهارات العقلية اللازمة للتفكير العلمى.
- ٢- القيام ببعض الرحلات العلمية وتكليفهم بكتابة تقرير عنها حتى يكتسبوا مهارة الملاحظة والقياس والتصنيف.
- ٣- قيام التلاميذ ببعض المشروعات البحثية تحت إشراف معلمى العلوم.
- ٤- تشجيع التلاميذ على الاشتراك فى النوادى العلمية.
- ٥- تكليف التلاميذ بعمل لوحات ورسومات علمية مختلفة وجمع عينات لتشرحها وتصبيرها مع محاولة عمل معارض علمية لعرض هذه العينات.

- ٦- تشجيع التلاميذ على الاشتراك فى النشاطات المدرسية التى لها علاقة بتدريس العلوم مثل الإذاعة ومجلات الحائط والتمثيلات العلمية.
- ٧- تدريب التلاميذ على إعداد التقارير العلمية والنشاطات العلمية المختلفة.
- ٨- مساعدة التلاميذ فى التخطيط للأنشطة والتجارب العلمية.
- ٩- تشجيع التلاميذ على التعبير عن آرائهم العلمية بحرية تامة، وعرض ما لديهم من مشكلات.
- ١٠- محاولة تحليل المشكلة العلمية إلى عدد من العناصر أو المشكلات الفرعية حتى يسهل دراستها.

وتعتبر تلك المهارات من الأمور التى يجب التركيز والتأكيد عليها فى العملية التعليمية لأن تدريب التلاميذ وإكسابهم إياها من أهم ما ترمى إليه التربية العلمية. والتفكير العلمى أصبح من أهم الأسس اللازمة للمتعلم حتى يتمكن من المشاركة الإيجابية بقدرة فائقة، ويستطيع أن يتلاءم ويتكيف مع العصر الذى يعيش فيه لأن سمة هذا العصر هو ما نراه ونشاهده من هذا الخضم الهائل من المعلومات والمعارف، ولهذا ابدى بعض الباحثين أن المرحلة الثانوية هى أنسب المراحل للتدريب على التفكير العلمى، حيث تتجمع لدى التلميذ فى هذه المرحلة حصيلة كافية من المعرفة والعلوم التى تعينه على ممارسة التفكير العلمى بنضج وفاعلية أكبر، إلا أننا نتفق مع (الديب) بأنه يمكن البدء فى تنمية التفكير العلمى منذ مراحل التعليم الأولى، وذلك لأن الطفل يتمتع بقدرة عالية من حب الإستطلاع والاستفسار وهذا ما يؤيده الفكر التربوى المعاصر.

ومهما اختلفت طرق وعمليات التفكير العلمى فإنها جميعاً تلتقى بخصائص ومميزات وإتجاهات أهمها: إتساع الأفق وتفتح الذهن، والنظرة الموضوعية. البحث عن المسببات. افيمان بأن لكل حادث سبباً. البحث عن الأدلة لتكوين القرارات، الإيमान بالعلم ودوره فى حل المشكلات، عدم التحيز، تحمل المسؤولية. الأمانة العلمية).

### الاتجاهات العلمية والمكونات السلوكية لها:

إن إمام الإنسان المتعلم بخطوات طريقة التفكير العلمي لا يضمن له أن يطبقها في الدراسة أو الحياة إذ لابد أن يتوافر لديه عنصر الرغبة والإستعداد والدافع لتطبيق هذه الطريقة العلمية في التفكير لحل مشاكله، هذه الرغبة والإستعداد لدى الفرد هو ما يسمى بالاتجاه العلمي *Scientific Trend* الذي يذكر الباحثون عدة تعريفات له منها أن الاتجاه العلمي هو إستعداد ذهني يجعل الفرد يتصرف بصورة معينة في المواقف والأحداث والقضايا المختلفة، أو إستجابة الفرد المتعلم لموضوع ما من حيث تأييده لهذا الموضوع أو عدم تأييده، أو هو إستعداد وجداني يحدد شعور الفرد وسلوكه نحو موضوع معين.

ونستخلص مما سبق أن الاتجاه العلمي هو مجموعة من المكونات السلوكية التي تتصل بإستجابة الفرد نحو قضية معينة أو موضوع ما سواء بالقبول أو الرفض. وللإتجاهات العلمية خصائص مميزة هي:

١- الإتجاهات مكونات نفسية كاملة يمكن إستنتاجها عن طريق ملاحظة إستجابة الفرد للمؤثرات المختلفة.

٢- تكتسب الإتجاهات العلمية نتيجة لخبرات التعليمية السابقة وأيضاً نتيجة للتفاعل مع البيئة والحياة المحيطة بالإنسان سواء في البيت أو المدرسة أو المجتمع.

٣- تختلف الإتجاهات العلمية من فرد إلى آخر في قوتها وشموليتها.

٤- تكون الإتجاهات العلمية ثابتة نسبيًا بمعنى ثبات مواقف الفرد نحو القضايا والموضوعات المختلفة.

٥- قياس الإتجاهات العلمية ليس سهلاً ويحتاج إلى خبرة أو أجهزة بحثية دقيقة ويمكن قياسها إما بالإستجابة اللفظية نحو موضوع معين أو عن طريق سلوك الفرد نحو مواقف أو قضايا معينة.

ويختلف سلوك الفرد المتعلم ذي الإتجاهات العلمية في التفكير عن سلوك الفرد العادي في نواح كثيرة منها ما ذكرناه آنفاً حين الحديث عن خصائص ومميزات التفكير العلمي. هذا وتفيد المكونات السلوكية للإتجاهات العلمية معلم

العلوم في كيفية التعرف على التلاميذ ذوي الاتجاهات العلمية من خلال ملاحظة سلوكهم إزاء الموافق والقضايا المختلفة لتشجيعهم على دراسة الأثرع العلمية وكذلك تفيد معلم العلوم في التخطيط لتدريس المواد العلمية بطريقة تسهم في تكوين وتنمية الاتجاهات عند التلاميذ.

وقد لخص الدكتور زيتون، المظاهر السلوكية للأفراد المتعلمين ذوي الاتجاهات العلمية فيما يلي:

- ١- الموضوعية في التفكير والمناقشة.
- ٢- حب الإستطلاع والإستفسار العلمى.
- ٣- التحرر من الخرافات والمعتقدات الخاطئة.
- ٤- تفتح الذهن والرغبة في قبول الحقائق الجديدة.
- ٥- التانى في إصدار الأحكام وعدم التسرع في إبداء الرأى.
- ٦- الإيمان بقيمة العلم وتقدير جهود العلماء.
- ٧- الأمانة العلمية والتواضع العلمى.
- ٨- إحترام وجهات نظر الآخرين وتعديل الرأى في ضوء ظهور أدلة جديدة.
- ٩- فهم العلاقة بين المسبب والنتيجة.
- ١٠- الإعتداد على النفس وإكتساب روح التعاون.
- ١١- البعد عن الجدل المبني على أسس غير علمية.
- ١٢- الإيمان بأن حقائق العلم قابلة للتعديل أو التغيير.
- ١٣- عدم التعصب والجمود العقلى.
- ١٤- فحص ما يعرض عليه من آراء وإقتراحات.
- ١٥- إستخدام الطريقة العلمية في التفكير.

### أهمية دراسة مخصوم العلم وعملياته لمعلم العلوم:

سبق وأن ذكرنا أن تدريس كل فرع من فروع المعرفة لابد وأن يعكس طبيعة هذا الفرع، ولعلك تلاحظ ان تعريف العلم في الماضى على أنه مجرد حقائق ومعلومات قد انعكس على تدريس العلوم. فمعظم المعلمين يقومون بالتركيز على

تلقيين التلاميذ للمعلومات حتى أنهم يحثونهم على الحفظ والإستظهار ويهملون أهمية العتل والتفكير أثناء التدريس.

ولعل دراستك لتطور مفهوم العلم وتحوله من مجرد معلومات إلى أسلوب للبحث والتفكير يمكن من خلاله التوصل إلى الحقائق والمفاهيم العلمية، سوف تساعدك في تمثيل هذه الصورة الحديثة للعلم أثناء تدريسك للعلوم، كما أن دراستك لعمليات العلم يجب أن توظف في تحويل درس العلوم من مجرد إلقاء ممل إلى عمليات فكرية خلاقة تساعد التلاميذ على الملاحظة والتفكير في إجابات للأسئلة المتنوعة وإقتراح تصميم للتجارب والقدرة على الاستنتاج والتعميم وما إلى ذلك.

### أهداف العلم

لا تختلف أهداف العلم عن أهداف الإنسان في العصور القديمة، فلقد اجتهد الإنسان عبر العصور في محاولة وضع تفسيرات للظواهر المحيطة به، ولجأ في سبيل ذلك إلى الحكماء والعرافين والكهنة والمنجمين، كما أنه حاول جاهدا التوصل إلى المعارف التي تمكنه من السيطرة على الفيضانات والمجاعات والأمراض وغيرها من القوى التي كانت تهدد حياته.

والمعلم كمنشط إنسانى عالمى له أجهزته وأدواته، يسعى جاهداً لتحقيق أربعة أهداف هي (الوصف والتفسير والتنبيؤ والضبط) وفيما يلي توضيح موجز لكل هدف.

### ١- الوصف والتفسير *Description and Interpretation*

إن عملية البحث والإستقصاء العلمى لاتهدف إلى مجرد وصف الظواهر الطبيعية والبيولوجية المختلفة بل تتعداها لتحاول معرفة أسباب هذه الظواهر. فالباحث لايقنع بأن يختم بحثه بوصف ظاهرة سقوط المطر قائلا: إن المطر يسقط من السحب إلى الأرض ولكنه يحاول أن يعرف السبب فى سقوط المطر أى يحاول الإجابة عن السؤال: لماذا وكيف يسقط المطر؟ وهذا يعنى أن العلم لايقنع بالتعرف على الظواهر ولكنه يريد أن يتعرف على الكيفية التى تحدث بها تلك الظواهر.

وتحتاج عملية تفسير الظواهر إلى إدراك العلاقات بين الظواهر المراد تفسيرها وبين الأحداث أو المتغيرات الأخرى التى تلازمها أو تسبقها، فتفسير

سقوط المطر غير ممكن دون ربط الظاهرة بدرجة الحرارة وعلاقتها بتمدد أو إنكماش بخار الماء المكون للسحب وكذلك بأثر لك على تجاذب أو تباعد الجزيئات وقوى الترابط بينها.

ويسعى العلم بصفة عامة إلى إيجاد تعميمات تفسر أكبر عدد ممكن من الظواهر. ولذلك فإن التعميم (القانون مثلاً) الذى يفسر حركة كوكب واحد مفيد ولكن القانون الذى يفسر حركة كل الكواكب أكثر فائدة.

### ٣- التنبؤ Prediction

تعتبر القوانين أو النظريات التى تفسر الظواهر ذات نفع للإنسان ولكنها تكون أكثر نفعاً إذا ساعدت الإنسان على التنبؤ بالأحداث المقبلة، لذا يطمع الإنسان دائماً فى استنتاج الكيفية التى سوف يعمل بها للتعميم فى المستقبل، فمعرفة العلماء للقوانين التى تحكم حركة الشمس والكواكب والأقمار تمكنهم من إصدار تنبؤات على قدر كبير من الدقة بموعد الخسوف والكسوف، كما أدى معرفة العالم الكيميائى 'مندليف' لخواص العناصر ومن ثم الترتيب الدورى لها فيما عرف بالجدول الدورى إلى تنبؤه بوجود عناصر سيتم إكتشافها فيما بعد وتحديد أعدادها الذرية وقد تم إكتشاف هذه العناصر بعد ذلك بالفعل.

### ٣- الضبط Control

إن أقصى أهداف العلم هو ضبط الظواهر والتحكم، ويعنى الضبط التحكم فى الظروف أو العوامل الأساسية التى تسبب حدثاً ما لكى تمنع حدوثه أو تجعله يحدث فى الوقت المناسب للإنسان. وكمثال لذلك أن الطبيب الذى يفهم أن العامل  $Rh$  والمسئول عن الإجهاض المتكررة عند المرأة الحامل نتيجة لكونها سالبة العامل بينما زوجها موجب العامل متماثل الجينات، فإنه يمكن التحكم فى الظاهرة وإنقاذ الأجنة عن طريق تطعيم الأم بمصل خاص  $Anti-RhBodies$  لقتل أو إبطال أو معالجة خلايا الطفل التى كانت قد تسربت إلى دورة دم الأم وقبل أن يقوم جهاز المناعة للأم بالاستجابة لها وذلك عن طريق تكوين أجسام مضادة للعامل  $Rh$ .

وإذا كان أقصى أهداف العلم هو ضبط البيئة والتحكم فيها، فإن هذا ليس بالأمر اليسير إذ توجد الكثير من الحالات التي يستطيع الإنسان فيها أن يتفأ دون أن يتمكن من الضبط وقد يكون ذلك من النعم التي أنعم بها الخالق سبحانه وتعالى على البشر إذ جعل بعض الأمور تفوق قدراتنا ليكون ذلك للإنسان آية على أنه فوق كل ذي علم عليم وأن الإنسان مهما غرته قوته وإمكاناته ففوة الله وإرادته تفوق ذلك بكثير.