الفصل الثانى

طبيعة العلم

- معنى العلم
- عمليات العلم
- أهداف العلم

مقدمة

لكل فرع من فروع المعارف الإنسانية طبيعته الخاصة والتى 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 التاريخى يختلف عن أساليب البحث المستخدمة فى الرياضيات أو فى العلوم.

ويرى المتخصصون فى 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 مر ها المفهوم بسلسلة من التطورات عبر العصور، فكلمة «علم» كانت تعنى فى العصور الوسطى المعارف من حقائق وقوانين ونظريات والتى تتصل بكافة فروع المعرفة التى عرفتها البشرية حتى ذلك الحين ومع بداية القرن العشرين (الميلادى) إزداد حجم المعرفة العلمية والتطبيقات التكنولوجية إزدياداً كبيراً، الأمر الذى وجه الأنظار إلى دراسة الكيفية التى تم عن طريقها حدوث هذا الإزدياد المعرفى، وجعل المتخصصين يتساءلون عن الأسلوب أو الطريقة التى مكنت من التوصل إلى هذا الكم الهائل من المعارف.

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

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

أما كوليت *Collette* فيرى أن العلم مجموعة لا نهائية من الملاحظات العلمية والتى 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، والتى تتكون نتيجة لحدثين هما الملاحظة والتجريب.

ولعل نظرة متأملة إلى تعريفى «كوليت» و «كونانت» تظهر أن كلاً 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 العلمى الجيد لاينتهى حتماً إلى حقائق مطلقة، بل ربما يفجر مشكلات جديدة».

ويحدد بلاو وسشوارتز *Blough & Schwartz* مفهوم العلم تحديداً جيداً فى 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 الجسد 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 يقودنا لمعرفة أهمية الأسلوب البحثى 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 Processevs* أو خطوات التفكير العلمى *Scientific Thinking Steps* كما يطلق عليها أحياناً 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 البحوث 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 أحياناً الطريقة العلمية.

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

١- الشعور بمشكلة ذات دلالة.

٢- تعريف المشكلة أو تحديدها.

٣- دراسة الموقف من حيث جمع الحقائق التى 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 التى حددها بعض الباحثين العرب أمثال «كاظم» و«لبيب» إلا أن كلاً منهما يضيف إلى نهاية القائمة خطوة ذات قيمة هامة بالنسبة للعلم وهى التعميم *Generalization* وفى هذا الصدد يقول "رشدى لبيب»: إن القيمة الأساسية للعلم ليست فى أنه يبحث عن حلول لمشكلات طارئة أو جزئية، بل فى وصوله إلى مجموعة الحقائق والقوانين والنظريات التى يمكن إستخدامها فى مواقف جديدة مشابهة، ومن هنا تأتى أهمية عمليات التجريد والتعميم كعمليات مصاحبة للتفكير العلمى.

وقد يتصور البعض أن خطوات حل المشكلة تمثل أساساً نظرياً ثابتا يمكن الاعتماد عليه لحل أية مشكلة، إلا أن هذا التصور غير صحيح فهو لايعدو أن يكون مجرد تصورات لما يحدث من عمليات، ولعل الصعوبة التى تواجه العلماء وتعترض وضع نظرية واضحة المعالم لحل المشكلات العلمية تتمثل فى كون المشكلات تأتى متباينة فى أنواعها ومختلفة فى أحجامها، ولا يوجد تصنيف ثابت لأحجام المشكلات وأشكالها الأمر الذى يجعل العمليات التى قد تستخدم فى حل مشكلة ما، قد لاتستخدم فى حل الأخرى.

كما أن ترتيب خطوات التفكير العلمى بهذا التسلسل قد يوحى بأن المشكلات العلمية يمكن حلها باتباع هذه الخطوات الخطوة تلو الأخرى. إلا أن ذلك أيضا غير صحيح، فالمنهج العلمى ليس خطوات محددة ينبغى الالتزام بتسلسلها بل هو مجموعة من العمليات العقلية المتداخلة والتى وثر كل منها على الآخر.

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

ومن أبرز أولئك العالمان المسلمان (الحسن بن الهيثم وأبو بكر الرازى) اللذان عرفا الطريقة العلمية فى التفكير وركزا عليها فى أبحاثهما مما يدعو اغلى القول بأن الأول إستعملها قبل العالم (فرانسيس بيكون *Francis Becon*) والذى يعتبره بعض علماء الغرب واضعاً لأسس الطريقة العلمية فى التفكير، والقصة التالية توضح مدى استخدام علمائنا للأسلوب العلمى فى حل مشكلاتهم.

أبو بكر الرازى يحدد مكان البيمارستان:

طلب الخليفة العباسى (المعتضد) من مستشاريه أن يختاروا له مجموعة من الأطباء لاختيار موقع البيمارستان العضدى (أى المستشفى الكبير) والذى يعتزم الخليفة إقامته، فقدموا له أكثر من مائة إسم طبيب ليختار من بينهم من يرى، وكان من ضمنهم الرازى.

طلب الخليفة إختصار تلك الأسماء إلى خمسين فأربعين فثلاثين فعشرة فكان الرازى من بينهم، ثم طلب إختصارهم إلى ثلاثة ثم واحد وكان الرازى أيضاً هو الوحيد المختار من بينهم لتلك المهمة، فطلب الخليفة احضاره، فلما مثل بين يدى الخليفة قال له: أريد منك أن تختار أنسب الأمكنة فى بغداد لبناء للمستشفى الكبير الذى أعتزم إقامته، فقال له الرازى: سمعاً وطاعة.

بدأ الرازى يفكر فى المهمة الكبيرة التى أسندت إليه، وأى الأمكنة أنسب.. ولماذا؟ وغير ذلك من الأسئلة من الأسئلة التى طرقها وفكر فيها، وأخيرا هداه تفكيره وأسلوبه العلمى إلى فكرة جيدة سارع إلى تنفيذها حيث طلب من أحد صبيانه أن يأتيه بقطعة كبيرة من اللحم الطازج، ثم دعا أكثر من صبى وجمعهم حوله، وأخذ يقطع اللحم إلى قطع صغيرة أعطاها إلى كل صبى، فأخذ كل صبى قطعة من اللحم الطازج والدهشة تعلو محياه، بسط العالم المسلم أبو بكر الرازى (٨٦٥-٩٢٥م) خريطة بغداد أمام الصبية وأخذ يحدد لكل واحد منهم موقعاً يذهب إليه ويعلق اللحمة ويحرسها ليل نهار.

نفذ الصبية طلب سيدهم الطبيب، جلس كل واحد منهم يحرس اللحمة المعلقة وهو لا يدرى ما الهدف من وراء ذلك، أخذ الرازى يمر عليهم الواحد تلو الآخر أكثر من مرة فى اليوم الواحد، وكان يتحسس ويشم رائحة قطع اللحم وبتركيز شديد مع تدوين ملاحظاته ومشاهداته.

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

التفكير الاستقرائى والتفكير القياسى:

هما نوعان من التفكير العلمى، فالتفكير الاستقرائى *Inductive Thinking* يتم عن طريق الإنتقال من الجزئيات إلى الكليات، وهذا النوع من التفكير يصلح كثيراً لتلاميذ المدارس الابتدائية والمتوسطة، حيث يسهل عليهم الإنتقال من المحسوس إلى المجرد أما التفكير القياسى أو الاستنباطى *Deductive Thinking*، فهو عكس التفكير الاستقرائى ويصلح فى الغالب لتلاميذ المدارس الثانوية وما بعدها، أعط مثالاً لكل من النوعين لتدرك مدى الفرق بينهما.

العمليات (المهارات) الضرورية للتفكير العلمى:

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

١- الملاحظة *Observation*

يبدأ البحث العلمى فى الغالب بملاحظات بسيطة وهذه قد تتجمع لتشكل ظاهرة تستحق الدراسة والبحث، والملاحظة هى قدرة عقلية يقصد منها إكتشاف 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 التى قد يكون لها أثر فى أحداث الظاهرة.

٢- بعيدة عن التحيز.

٣- منظمة ودقيقة وموضوعية وشاملة لعدد كاف من الحالات تحت ظروف مختلفة.

٤- يستعين الباحث (الملاحظ) بالوسائل العلمية المناسبة والتى 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 التى لا تتكرر لايمكن إخضاعها للبحث والدراسة.

٢- القياس *Measuring*

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

٣- التصنيف *Classification*

يعتبر التصنيف من القدرات العقلية التى تخدم التفكير العلمى وتتضمن ما لقدرة على تصنيف المعلومات او البيانات التى جمعت فى 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 التى جمعها ولاحظها وصنفها التلميذ أو الباحث كما تشتمل على محاولة تفسير البيانات والنتائج التى جمعت حول ظاهرة معينة وذلك فى ضوء المعلومات السابقة التى 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*

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

٧- الإستدلال *Induction*

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

توصيل التيار الكهربائى مما يجعلنا نقول إن من خواص الفلزات قابليتها للطـرق والسحب وقدرتها على التوصيل الكهربائى.

٨- التنبـــؤ *Preduction*

التنبؤ مهارة عقلية يستخدم فيها الباحث معلوماته السابقة فى التنبؤ بحدوث ظاهرة أو حادثة ما فى المستقبل وذلك بعد تحليل المعلومات والأحـداث الجزئيـة المرتبطة بالظاهرة مثل التنبؤ بسقوط الأمطار حين يلاحظ الفرد المـتعلم الغيـوم المنخفضة وإشتداد الرياح وإنخفاض درجات الحرارة فإنه يتنبأ بسـقوط الأمطـار كنتيجة لتحليله لهذه الظاهرة.

٩- مهارة استخدام الرياضيات *Mathematical Using*

تعتبر المهارات الرياضية من المهارات العقليـة الضـرورية فـى البحـث والتفكير العلمى حيث أن الباحث أو التلميذ يحتاج إلى تطبيق العمليات الرياضـية ومبادئ الإحصاء على البيانات أو القياسات العلمية التى يحصل عليها عن طريـق الملاحظة أو الأدوات البحثية الأخرى، وترتبط بهذه المهارة القدرة على اسـتخدام القوانين والرموز الرياضية فيمكن كتابة العلاقة بين الكثافة والكتلة والحجم علـى شكل الكثافة = الكتلة ÷ الحجم أى أن ث = ك ÷ ح، وكذلك تكتب العلاقـة بـين المسافة والسرعة والزمن بالشكل التالى: المسافة = السـرعة × الـزمن أى أن ف = ع × ن.

١٠- ضبط المتغيرات *Controlling Variables*

وتتضمن هذه العملية إبعاد أثر جميع المتغيرات وذلك بتثبيتها عدا المتغيـر التجريبى بحيث يمكن للباحث الربط بين المتغير التجريبى المستقل والمتغير التابع حتى لايحدث تداخل بين تأثير العوامل بعضها مع بعض وبمعنى آخر عزل جميـع العوامل المؤثرة على الظاهرة وترك عامل واحد حتى يمكن معرفة تأثير هذا العامل على الظاهرة كما فى مثال دراسة العوامل المؤثرة على سـرعة تبخـر السـوائل فيمكن تثبيت جميع العوامل مثل سرعة الهواء ونوع السائل وكثافتـه والرطوبـة وسعة الإناء ثم نحاول دراسة تأثير عامل واحد هـو إرتفـاع درجـات الحـرارة 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، وبالتالى يسهم فى إكتشاف المعرفة العلمية وتقدمها.

١٢- العمل التجريبى: *Experimental Work*

ويتضمن تدريب التلميذ على إجراء التجارب أو أى نشاط علمى آخر، ووضع فروض مناسبة وإختبار هذه الفروض وضبط المتغيرات ثم الوصول إلى النتائج ومحاولة تفسيرها التفسير العلمى 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 العلمى 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 وتدريس العلوم، نذكر منها:

١- التركيز على الجانب العملى فى تدريس العلوم مع إعطاء الفرصة للتلاميذ للقيام بالتجارب العملية بطريقة استقصائية حتى يكتسبوا مهارات البحث العلمى والتجريب العملى 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 لتشريحها 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 والتمثيليات 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 اكبر، 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 واتجاهات أهمها: إتساع الأفق وتفتح الذهن، والنظرة الموضوعية. البحث عن المسببات. افيمان بأن لكل حادث سببا. البحث عن الادلة لتكوين القرارات، الإيمان بالعلم ودوره فى حل المشكلات، عدم التحيز، تحمل المسئولية. الأمانة العلمية).

الاتجاهات العلمية والمكونات السلوكية لها:

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

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

١- الاتجاهات مكونات نفسية كامنة 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 فى البيت أو المدرسة أو المجتمع.

٣- تختلف الاتجاهات العلمية من فرد إلى آخر فى قوتها وشموليتها.

٤- تكون الاتجاهات العلمية ثابته نسبيا 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 ذى الاتجاهات العلمية فى التفكير عن سلوك الفرد العادى فى نواح كثيرة منها ما ذكرناه آنفاً حين الحديث عن خصائص ومميزات التفكير العلمى. هذا وتفيد المكونات السلوكية للاتجاهات العلمية معلم

العلوم فى كيفية التعرف على التلاميذ ذوى الاتجاهات العلمية من خلال ملاحظة سلوكهم إزاء المواقف والقضايا المختلفة لتشجيعهم على دراسة الأفرع العلمية وكذلك تفيد معلم العلوم فى التخطيط لتدريس المواد العلمية بطريقة تسهم فى تكوين وتنمية الاتجاهات عند التلاميذ.

وقد لخص الدكتور زيتون، المظاهر السلوكية للأفراد المتعلمين ذوى الاتجاهات العلمية فيما يلى:

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

أهمية دراسة مفهوم 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 فى الماضى على أنه مجرد حقائق ومعلومات قد انعكس على تدريس العلوم. فمعظم المعلمين يقومون بالتركيز على

تلقين التلاميذ للمعلومات حتى أنهم يحثونهم على الحفظ والإستظهار ويهملون أهمية التأمل 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 تمثل هذه الصورة الحديثة للعلم أثناء تدريسك للعلوم، كما أن دراستك لعمليات العلم يجب أن توظف في تحويل دروس 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 إنساني عالمي له أجهزته وأدواته، يسعى جاهداً لتحقيق اربعة أهداف هي (الوصف والتفسير والتنبؤ والضبط) وفيما يلي توضيح موجز لكل هدف.

١- الوصف والتفسير *Description and Interpretation*

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

وتحتاج عملية تفسير الظواهر إلى إدراك العلاقات بين الظواهر المراد تفسيرها وبين الأحداث أو المتغيرات الأخرى التي 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 الجزئيات 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 دائما فى استنتاج الكيفية التى سوف يعمل بها التعميم 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 الإجهاضات 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-Rh Bodies* 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 هـذا لـيس بالأمر اليسير إذ توجد الكثير من الحالات التى يستطيع الإنسان فيها أن يتنبأ دون أن يتمكن من الضبط وقد يكون ذلك من النعم التى أنعم بها الخالق سبحانه وتعالى على البشر إذ جعل بعض الأمور تفوق قدراتنا ليكون ذلك للإنسان آية علـى أنـه فوق كل ذى علم عليم وأن الإنسان مهما غرته قوته وإمكاناته فقوة الله وإرادتـه تفوق ذلك بكثير.