الفصل الرابع

تعليم وتعلُّم العلوم في مرحلة الطفولة المُبكِّرة

- معنى العِلم، وأهدافه، وأهميته، وخصائصه، وعملياته.
- أهداف تدريس العلوم.
- إكساب الطفل المعلومات العلمية الوظيفية المُناسبة.
- تفهُّم المبادئ الرئيسة بشكل وظيفي.
- المهارات العلمية.
- خصائص مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة.
- تنمية الميول والاتجاهات والقيم العلميّة.

الفصل الرابع

تعليم وتعلُّم العلوم في مرحلة الطفولة المُبكِّرة

عند البحث عن أصل كلمة «علم Science» نجد أنَّها مُشتقّة من الكلمة اللاتينية Scientia التي تعني «المعرفة»، أي امتلاك المعرفة بدلًا من الجهل بها.

معنى مفهوم العِلْم:

العلم هو: «بناء من المعارف والمعلومات التي تتضمن حقائق ومفاهيم ومبادئ وقواعد وقوانين ونظريات علمية، تم التوصُّل إليها من خلال أساليب وطرق بحث للتفكير السليم، بحيث توجّه هذه المعارف وتلك المعلومات لخير الإنسان وصالحه».

أهداف العِلم:

أهداف العلم متعددة، هي كما يلي: (علي راشد، ٢٠٠٨: ١١)

١- **الوصف Description**:

يستهدف العلم وصف الظواهر الطبيعية والبيولوجية المختلفة، معتمدًا في ذلك على دقة الملاحظة، واستخدام الأجهزة والأدوات العلمية المتنوعة.

٢- **التفسير Interpretation**:

وهو أبعد من وصف الظواهر المختلفة؛ حيث يتعدّاه لمحاولة معرفة أسباب هذه الظواهر، وإدراك العلاقات بين بعض تلك الظواهر.

٣- **التنبؤ Prediction**:

لا يقف العلم عند حد الوصف والتفسير؛ بل يتعدى ذلك إلى توقُّع بما يمكن أن يحدث إذا ما توافرت الأسباب لحدوث الظاهرة.

٤- **الضبط والتحكُّم Control**:

كما يهدف العلم بجانب الوصف والتفسير والتنبؤ؛ إلى الضبط والتحكُّم في العوامل التي أدت إلى تسبب حدوث الظاهرة، بحيث يمكن التحكُّم في منع حدوثها، أو جعلها تحدث بصورة معيّنة.

وتُسمى الأهداف الثلاثة الأولى (الوصف – التفسير – التنبؤ) بالعلم البحت، الهدف الرابع للعلم (الضبط والتحكُّم) فيُسمى بالعلم التطبيقي.

مثال على أهداف العلم:

عند دراسة ظاهرة «فيضان النيل» في فصل الصيف، فمن قديم الزمان وحتى أيامنا هذه، وفي أثناء شهور الصيف من كل عام تأتي كميات هائلة من مياه نهر النيل: وهو ما يُعرف بفيضان نهر النيل، وكانت هذه المياه الهائلة في الماضي تُغرق كثيرًا من الأراضي الزراعية وخاصّة في صعيد مصر، وتَغرَق معها مئات من القُرى، مما يؤدي إلى موت بعض سكانها، وهدم كثير من بيوتها، ونفوق الكثير من الماشية.

هذا هو الهدف الأول من العِلم، أَلَا وهو وصف الظاهرة، ثم يأتي الهدف الثاني من العِلم، وهو تفسير هذه الظاهرة، فعندما تمّت دراسة هذه الظاهرة عن أسباب فيضان نهر النيل في شهور الصيف دراسة علمية، تبيّن أنَّه في شهور الصيف تسقط أمطارًا غزيرة جدًا على جبال وهضاب وسط أفريقيا، فتتجمع هذه المياه في بحيرات وقنوات نهرية تصب في أعالي نهر النيل الذي يمتلئ بشكل ملحوظ، فيأتي الفيضان بشكله المعهود، هذا هو تفسير هذه الظاهر، أما الهدف الثالث للعلم بالنسبة لهذه الظاهرة فهو التنبؤ، بمعنى توقع هذا الفيضان في شهور الصيف في كل عام من الأعوام القادمة إن شاء الله.

ثم يأتي الهدف الرابع للعلم وهو التحكُّم والضبط لظاهرة فيضان النيل عن طريق إقامة السدود (السد العالي)، والقناطر (القناطر الخيرية)، وشق الترع والقنوات، لنتقي شرور هذا الفيضان، والاستفادة من المياه وخاصّة في سنوات القحط، وتوليد الكهرباء.

أهميّـة العِلْـم للأطفـال الصغـار:

يُعدّ العِلْم مُهمًّا للأطفال الصغار من نواحٍ عدّة كما يلي:

أولاً: عندما يتفاعل الأطفال مع العلم فإنهم يتعلّمون من خلال العمل Learning by Doing وهي الطريقة الأكثر فاعلية بالنسبة لتعلُّم هؤلاء الأطفال الصغار.

ثانيًا: إن النشاطات العلمية تُساعد الأطفال الصغار على استعمال حواسهم، والتعلُّم باستخدام الحواس يكسبهم الخبرات العلمية المباشرة، وهي الخبرات التي تبقى معهم في الكِبَر.

ثالثًا: يمنح العِلم الأطفال الصغار فرصًا عديدة لإظهار قدراتهم الإبداعية وتنميتها، فالعلم يعطيهم فرصة اللعب، وحريّة الاستكشاف دون الخوف في الوقوع في الخطأ.

رابعًا: يعطي العلم للأطفال الصغار الفرصة لمواجهة مشكلات، فيتم تدريبهم على حلها، وهذا التدريب يجعلهم قادرين على حل مشكلاتهم الحياتية.

خامسًا: يمنح العلم الأطفال الصغار الثقة بالنفس، والميول والاهتمامات والاتجاهات العلمية، ويشبع لديهم حب الاستطلاع، كما يدربهم على التعلُّم الذاتي.

الخصائـص العامّـة للعِلْـم:

هناك خصائص عدّة للعِلم تُميّزه عن غيره من مجالات المعرفة الأخرى، وفيما يلي عرض لأهم هذه الخصائص: (علي راشد، ٢٠١٧: ٥٨-٦٠)

١- الحقائق والأحداث العلميّة قابلة للتعديل أو التغيير:

تُعد الحقيقة العلمية Fact نتاجًا علميًا لا يتضمن التعميم، وتنتج الحقيقة العلمية من المُلاحظة المُباشرة، أو غير المبُاشرة، أو التجريب العملي، والحقائق العلمية صادرة عن الإنسان، وترتبط بزمان معيّن، ولذلك فهي ليست بالأشياء المُقدّسة، أو المعصومة من الخطأ وإنَّما هي صحيحة في حدود ما يتوافر لها من

البراهين التي تدعمها، وتثبت صحتها وقت اكتشافها، وفي حدود الظروف والوسائل والإمكانات المتوافرة وقتئذ، وبالتالي فهي عُرضة للتعديل أو التغيير وفقًا لتَطَور وسائل البحث وأدواته.

٢- العِلْم يُصحّح نفسه بنفسه:

تُجدِّد المعرفة العلمية نفسها، وتنمو وتتطور بشكل مستمر، فعند النظر مثلًا إلى الحقائق والمعلومات التي توصَّل إليها العِلْم الحديث عن موضوعات معينة مثل مفهوم الخلية ووظائفها والوراثة، والمادة الوراثية DNA وتركيبها، والكون ونظامه، لوجدنا أنها عدّلت وصححّت الكثير من هذه الحقائق والنظريات التي كانت في وقت من الأوقات صحيحة ومعمولًا بها.

٣- العِلْم تراكُمي البِنَاء:

العِلْم معرفة تراكمية البناء، بمعنى أن العُلماء في نشاطهم العلمي لا يبدءُون في كل مرة من نُقطة الصِفر، بل يبدءُون من حيث انتهى العُلماء الذين سبقوهم، وهذه المعرفة تنمو أفقيًا، فتحِل المعرفة الجديدة – بناء على الأدلة والبراهين العِلْميّة – محل المعرفة القديمة، ولكن هذا لا يعني أن العلم يتقدم وينمو بثبات مُستمر من دون صعوبات، فالطريق إلى الاكتشافات الجديدة لم يكن بالشيء الهيّن اليسير.

٤- يتصف العلم بالشمول والتعميم:

إذا كانت تجارب العلماء وأبحاثهم تتركز على جزئية علمية ما، فإن نتائجها تُعمّم لتشمل كل ميادين هذه الجزئية، فهذا العالم النمساوي «مِنْدل»، مؤسس علم الوراثة، بدأ بحوثه وتجاربه على نبات البازلاء، إلَّا أنَّ نتائج بحوثه وقوانينه بوجه عام قد عُمِّمَت، أي أصبحت ذات طابع أعمّ، لتشمل الكائنات الحيّة جميعها بمن فيها الإنسان.

٥- العِلْم نشاط إنساني عالمي:

تُعدّ المعرفة العلمية نتاج البحث العلمي، وهذه المعرفة هي إنتاج إنساني، لا تخص مكتشفها فقط، بل بمجرد نشرها تصبح ملكًا للجميع، وتتجاوز الحدود

الجغرافية، أو السياسية، فها هي قوانين «نيوتن» للحركة، وغيرها من الاكتشافات أصبحت بمجرد انتشارها؛ ملكًا للإنسانية جمعاء.

٦- يتصف العِلْم بالدّقة والتجريد والموضوعية:

يمتاز العِلْم بموضوعيته ودقته، فيسعى العالم إلى تحديد المشكلة موضوع البحث أولًا، ثم يحدد أسئلته التي يحاول الإجابة عنها، ثم يجمع معلومات من خلال ادوات بحثية صادقة وثابتة، ثم يُحلِّل معلوماته ويتوصل إلى النتائج بعيدًا عن ذاتيته – أي بموضوعية –، كل ذلك يجعل العلم يتصف بالدقة والتجريد والموضوعية.

٧- العِلْم له أدواته الخاصّة:

تعني الأداة Tool «الوسيلة التي يستخدمها العالم، أو الباحث في جمع المعلومات، أو قياسها، فلا يصح وضع اليد على جبين المريض لنقيس درجة حرارة جسمه، بل ينبغي أن يكون هناك مقياس للحرارة (ترمومتر) لقياس الارتفاع في درجة حرارة جسم المريض بدقة وكذلك عندما نود إيجاد كتلة جسم ما، فهناك ميزان للكُتل، أو نودّ إيجاد طوله، فهناك شريط لقياس الأطوال، فينبغي أن تُقاس هذه الكميات بدقة بواسطة أدوات ومقاييس محددة ودقيقة».

٨- العِلْم يؤثر في المُجتمع ويتأثر به:

ارتبط العِلْم منذ نشأته بحياة الإنسان، وكان له دور كبير في مساعدته للإجابة عن الكثير من تساؤلاته، وفي محاولة تفسير الظواهر التي حوله، وفي حل مشكلاته، والسيطرة على بيئته فآثار العِلْم مُختلفة ومُتعددة ما بين آثار مادية واجتماعية وفكرية.

وكما أن العِلْم يؤثر في المجتمع؛ فإنَّه يتاثر به، فالمجتمع يؤثر في العلم وذلك عن طريق تشجيع العُلماء، والاهتمام بمراكز البحوث، وتوفير الإمكانات لإجراء البحوث، وعقد المؤتمرات والندوات العلمية التي لها علاقة مباشرة بمشكلات المجتمع وأحداثه، فالعلم يؤثر في المجتمع، ويغيِّر من طُرق الحياة فيه، كما أنَّه يتأثر بالمجتمع والظروف المحيطة بهذا المجتمع.

أهـداف تدريـس العلـوم:

تُعدّ قضية تدريس العلوم من القضايا المهمّة باعتبارها من القضايا التربوية العالمية التي حظيت في العقود الأخيرة باهتمامات وأولويات متزايدة من قِبَل المؤسسات التربوية في البلاد المُتقدّمة، والبلاد النامية، ومن مظاهر هذا الاهتمام العالمي بتدريس العلوم تضمين برامج الإصلاح والتطوير التربوي المُرتبطة بالتقدُّم المُتسارع للعلوم والتكنولوجيا، والمُطالبة في الوقت نفسه بمُلاحقة هذا التقدُّم في شكل ثورات علمية وتقنية متتابعة، وتحقيق أقصى إفادة ممكنة منه لكل أوجه عناصر العملية التربوية والتعليمية المُتمثلة في: المُعَلِّم والمُتَعَلِّم والمنهج والبيئة التعليمية والإدارة الواعية، والمُجتمع الذي يحضتن كل هذه العناصر ويغذيها ويقويها منتظرًا للعائد والمردود الإيجابي.

ومن مظاهر الاهتمام العالمي بقضية تدريس العلوم؛ كثرة التقارير العالمية التي صدرت حول تشخيص الأسباب التي تَحُول دون إكساب المُتعلمين حدًا مُناسبًا من المعارف والمهارات العلمية اللازمة والضرورية لحياتهم الشخصية والمجتمعية، وهذه التقارير تقيِّم العملية التربوية والتعليمية، وهي تشير دائمًا إلى القصور العائد والمنتج من هذه العملية؛ في محاولة لتغيير النظرية السطحية التي أدت بكثيرين إلى العزوف عن دراسة العلوم والرياضيات والتكنولوجيا. (أحمد فؤاد باشا، ٢٠١٥: ١-٢)

إن ما تنعم به أي دولة مُتقدِّمة من رخاء ورفاهية؛ يرجع إلى أفكار واختراعات وإبداعات العُلماء والتكنولوجيين الذين أتاحوا تطوير قاعدة الصناعات الثقيلة، فمن الضروري لاقتصاد ورخاء البلاد المحافظة على تعليم العلوم للأبناء؛ لأننا في حاجة إلى أفراد من ذوي المعارف والمهارات ليتمّ تكوين قاعدة علمية قوية، وتكمُن هنا أهمية تدريس العلوم.

فإذا أراد المُعلِّم أن يقوم بتدريس العلوم لتلامذته، فإنَّه سوف يسأل نفسه: على أي أساس يقوم بتدريس المعرفة العلمية لهم؟ وأي مهارات علمية عليه أن يُكسبهم؟ وأي من القيم والاتجاهات العلمية سيقوم بترسيخها في أذهانهم؟

إن تدريس أي مادة دراسية ينبغي أن يخضع لأهداف معيّنة، وكلما كانت الأهداف دقيقة تنفيذها مُمكنًا، والهدف التعليمي هو: جُملة أو عبارة تصف في دقة ووضوح التغيُّرات المُراد إحداثها لدى المُتعلمين نتيجة تفاعلهم مع الخبرات المُقدَّمة لهم.

أهميّة تحديد أهداف تدريس العلوم:

إنَّ أهميّة تحديد أهداف تدريس العلوم يمكن إيجازها في الآتي: (محمد نجيب عطيو، ٢٠١٣: ٦١)

١- يساعد تحديد الأهداف المُعلِّم على اختيار خبرات التعلُّم المُناسبة التي يجب أن يكتسبها المُتعلِّم؛ حيث زادت المعرفة الإنسانية في شتى مجالات المعرفة، وأصبح هناك ما يُسمّى بالتدفق المعرفي الهائل، مما يستوجب اختيار الخبرات المُناسبة لهذا المُتعلِّم.

٢- كما يُساعد تحديد الأهداف المُعلِّم على اختيار طرق وأساليب وإستراتيجيات التدريس المُناسبة، واختيار الوسائط التعليمية المُناسبة، وكذلك اختيار أوجه النشاطات التعليمية.

٣- وأيضًا يُساعد تحديد الأهداف العِلم على اختيار أساليب التقويم المُناسبة، فمن الضروري تعرُّف إلى أي مدى تحققت أهداف التعلُّم، وما أوجه القوة وأوجه الضعف في العملية التعليمية وبالتالي إصلاح أوجه الضعف، وتحسين هذه العملية التعليمية.

مستويات الأهداف التعليمية Levels of Instructional Goals:

تتفاوت أهداف تدريس العلوم في مستويات، فهناك أهداف بعيدة المدى، تُسمّى غايات Aims، وهي تلك التي تتحقق على المدى البعيد، وهي مرتبطة بالأهداف العامّة للمجتمع، وهناك أهداف أقل عمومية من الغايات، وتُعرف باسم أغراض Goals وهي أقصر في المدى الزمني اللازم لتحقيقها من الغايات، وهناك

أهداف يلزم تحقيقها وقت قصير للغاية وهي الأهداف السلوكية Objectives حيث يمكن أن تتحقق في حصة واحدة. (محمد نجيب عطيو، ٢٠١٣: ٦٢-٦٣).

أولاً: الغايات Aims:

وهي عبارات مثالية بعيدة المدى، يستلزم تحقيقها عدة سنوات، أو عدة مراحل تعليمية، فمن أمثلة غايات تدريس العلوم:

١- إعداد المواطن المُثقّف ثقافة علمية.
٢- إعداد المُتعلمين للمواطنة الصالحة.

وتتصف هذه الغايات بالعمومية الواسعة، وقد يمتد تحقيقها ليشمل جميع المراحل التعليمية.

ثانيًا: الأغراض Goals:

وهي أقل عمومية من الغايات، ويستلزم لتحقيقها شهور عدة، ومن أهم أغراض تدريس العلوم ما يلي:

١- إكساب المُتعلمين معلومات مُناسبة بصورة وظيفية.
٢- إكسابهم مهارات مُناسبة بصورة وظيفية.
٣- تدريب المُتعلمين على مهارات التفكير العلمي.
٤- إكساب المُتعلمين الاتجاهات والميول العلمية بطريقة وظيفية.
٥- تنمية صفات تذوق العلم وتقدير جهود العلماء، وقُدرة الله تعالى في خلق الكون.

ثالثًا: الأهداف السلوكية Objectives:

تتميّز الأهداف السلوكية بأنَّها أقل عمومية وأقل في المدى الزمني اللازم لتحقيقها من الأغراض لتدريس العلوم؛ حيث يمكن تحقيقها في حصة واحدة، أو درس واحد للعلوم، وهي أكثر تحديدًا من الأغراض، ولكن تشتق منها.

وتُحدد الأهداف السلوكية التغيرات المُراد إحداثها في سلوك المُتعلِّمين نتيجة مرورهم بخبرات معيّنة؛ ولذلك تُستخدم هذه الأهداف في صياغة أهداف دروس العلوم اليومية.

ومن أمثلة الأهداف السلوكية الإجرائية في العلوم ما يلي:

١- أن يتعرَّف المُتعلِّم على أجزاء الجهاز الهضمي من خلال نموذج.
٢- أن يُجري المُتعلِّم تجربة أثر الحمض على ورقة تبّاع الشمس البنفسجية.
٣- أن يذكر المُتعلِّم أثر ارتفاع درجة الحرارة على قضيب من الحديد.

وفيما يلي عرض مُفصَّل للأهداف العامة لتدريس العلوم:

يُمكن تحديد الأهداف العامة لتدريس العلوم في النقاط التالية:

١- إكساب الطفل المعلومات الوظيفية المُناسبة:

(عادل أبو العز سلامة، ٢٠٠٢: ٥٠)

للمعلومات دور مهم في العملية التعليمية، فلا يمكن أن نتصور مُقررًا، أو وحدة دراسية في العلوم من دون مضمون أو محتوى معرفي؛ ولذلك فإن إكساب المُتعلِّمين المعلومات العلمية المُناسبة كان هدفًا سائدًا في تدريس العلوم في مُختلف المراحل التعليمية، وكثيرًا ما يوجّه النقد إلى مناهج وطرق تدريس العلوم على أنها تركز على جانب إكساب المُتعلِّمين المعلومات، وإهمال الجوانب الأخرى مثل: مهارات التفكير، والاتجاهات العلمية؛ لأنَّ تعلُّم المعلومات والحقائق والمفاهيم العلمية أساس مهم يقوم عليه التفكير والنشاط العقلي، وهذا لا ينفصل عن جوانب المهارات السلوكية، والجوانب الوجدانية الأخرى، ويتلخص هذا النقد في أن تدريس العلوم في معظم الحالات يجعل من المعلومات وتعلُّمها كما لو كانت هي الهدف الوحيد للتربية ولتدريس العلوم، وهذا يتنافى مع طبيعة العِلْم بمفهومه الحديث الذي يجمع بين كونه بناءً معرفيًا، وطريقة للبحث لصالح البشرية وليس لتدميرها.

إن المعلومات الوظيفية يمكن أنْ تُساعد المُتعلِّمين على تفسير الكثير من الظواهر العلمية التي تحيط بهم، فميدان المعلومات الوظيفية يمكن أن يتضمن الكثير من الموضوعات العلمية مثل:

- كيفية المُحافظة على مصادر الغذاء (المحاصيل الزراعية – الثروة الحيوانية، ...).
- وكذلك المحافظة على المخزون المائي.
- الوقاية من الأمراض المُعدية، والأمراض الفيروسية.
- ترشيد استهلاك الطاقة.

ويتكون هدف المعلومات من مجموعة من المكونات الرئيسة، يمكن عرضها في النقاط التالية:

أ- الحقائق العلمية Scientific Facts:

تعرَّف الحقيقة بأنَّها: «ملاحظة أو صفة خاصّة بظاهرة معينة ناتجة عن الإحساس المباشر بشرط التأكد من صدق هذا الإحساس، وبشرط ثبات النتائج مع تكرار المُلاحظة، أي تكون قابلة للإثبات العلمي».

والحقائق هي الوحدات التركيبية البنائية الأساسية للعلم، إذ إنه عن طريقها يمكن بناء: المفاهيم والمبادئ والقواعد والقوانين والنظريات العلمية.

أمثلة لحقائق علمية:

- يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl مع الماغنسيوم Mg ويتصاعد غاز الهيدروجين H_2.
- يتكوّن جسم سمكة البُلطي من رأس وجذع وذيل.
- تجذب المسطرة البلاستيكية المُدلكة في قطعة حرير قُصاصات الورق الصغيرة.
- أول إنسان صعد على سطح القمر هو الأمريكي «نيل أرمسترونج» عام ١٩٦٩م.

الخصائص المُميّزة للحقائق:

١- يتوصّل إليها الإنسان عن طريق المُلاحظة المباشرة.
٢- أنها نتاج علمي مجزأ يتضمن التعميم.
٣- تُعدّ الوحدات التركيبية لبناء المفاهيم والمبادئ العلمية.
٤- يمكن تكرار ملاحظتها والتأكد من صحتها.

البيانات Data:

تُعد البيانات نوعًا من الحقائق العلمية التي تتصف بكونها حقائق كميّة، أي أنها تختص بوصف الظواهر أو الأحداث وصفًا كميًّا.

أمثلة على بيانات علمية:

أ- معامل التمدد الطولي للحديد = ٠,٠٠٠٠١٢

ب- كثافة النحاس = ٩ و ٨ جم/ سم^{٣}.

ج- درجة حرارة انصهار الشمع = ٥٢ درجة مئوية.

ب- المفاهيم العلمية Scientific Concepts:

يعرَّف المفهوم Concept بأنَّه: «كلمة أو مصطلح له دلالة لفظية»، كما يعرف بأنه: «تجريد للعناصر المُشتركة بين عدة مواقف أو حقائق»، أي أنَّ المفهوم مصطلح له دلالة بالنسبة لمواقف متعددة في مجال العِلم، ولأي مفهوم علمي: اسم، وتعريف.

ومن أمثلة المفاهيم العلمية ما يلي:

المادة – الأيون – الحمض – الانصهار – التمدد – ... وغيرها.

وتُساعد المفاهيم على تنظيم وتصنيف وترتيب الحقائق واختصارها، كما أنها تتصف بالنمو: فالحمض مفهوم يعني عند تلميذ الابتدائي بأنه: مادة ذات طعم لاذع، وعند تلميذ الإعدادي بأنه: مادة تحمر ورقة تبّاع الشمس البنفسجية، وعند طالب الثانوي بأنه: مادة تحتوي على أيون الهيدرونيوم H_3O.

أهميّة تدريس المفاهيم العلمية:

يمكن تحديد أهمية تدريس المفاهيم العلمية في النقاط التالية:

١- أكثر ثباتًا واستقرارًا من الحقائق العلميّة الجزئية.
٢- تُسهِّل دراسة عناصر البيئة.
٣- لازمة لتكوين المبادئ والقواعد والقوانين والنظريات العلميّة.
٤- لها علاقة كبيرة بحياة التلاميذ أكثر من الحقائق العلميّة المُتناثرة.
٥- تُعدّ أحد مداخل بناء المناهج الدراسية.

تصنيف المفاهيم العلمية:

يمكن تصنيف المفاهيم العلمية إلى ما يلي:

أ- وصفي Descriptive، مثل وصف الأسد.
ب- تقريري Stipulative، مثل مفهوم الكثافة.
ج- أولي Primitive، مثل مفهوم الزمن، الكتلة، المسافة.
د- مُشتق Derived، مثل مفهوم السرعة، والكثافة.
هـ- محسوس مبني على الملاحظة المباشرة Empirical، مثل مفهوم التمدد.
و- نظري Theoretical، مثل مفهوم الذرة، والأيون، والإلكتروني.
ز- بسيط Simple، مثل مفهوم الزهرة في النبات.
ح- مُعقّد Compound، مثل مفهوم التطور.

جـ-المبادئ والقواعد العلميّة:

المبدأ Principle هو: «عبارة لفظيّة توضّح علاقة مُتكررة في أكثر من موقف، وتشمل مجموعة من المفاهيم المُترابطة».

أمثلة على مبادئ علميّة:

- تتمدد المعادن بالحرارة.
- تعكس الأجسام المصقولة حرارة الإشعاع بدرجة كبيرة.
- زيادة عدد الثغور في ورقة النبات تؤدي إلى زيادة مُعدّل النتح.

- تتكاثر الأسماك عن طريق وضع البيض (عدد كبير جدًا منها).

ويُلاحظ أن المبدأ وصف كيفي لعلاقات عامّة.

وقد يتم وصف هذه العلاقات العامّة بطريقة كميّة، فيتحول المبدأ إلى قاعدة Rule، مثل: قاعدة أرشميدس: «إذا غُمر جسم في سائل فإنَّه يلقى دفعًا من أسفل إلى أعلى، وهذا الدفع يساوي وزن السائل المُزاح».

ويُلاحظ أن الجزء الأول من القاعدة كيفي، والجزء الثاني كميّ.

د-القوانين العلميّة:

القانون Law يُعد درجة من درجات التعميم التي تتشابه إلى حد كبير مع المبدأ والقاعدة؛ فالقانون يصف علاقة عامة أو صورة متكررة في أكثر من موقف، ويكون هذا الوصف مُصاغًا بطريقة كميّة مثل القاعدة، إلَّا أن القانون يتميز بتحديد هذا الوصف في صورة علاقة رياضية.

أي أن القانون العلمي هو: «جُملة تصف الانتظامات المُختلفة في الطبيعة في صورة علاقة رياضية».

فالعلاقة بين حجم الغاز والضغط الواقع عليه، صاغها «بويل» في قانون يعرف باسمه: «يتناسب حجم مقدار معيّن من الغاز تناسبًا عكسيًا مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة الحرارة».

$$\text{ح} \times \text{ض} = \text{ح}'' \times \text{ض}''$$

وقانون أوم يوضِّح العلاقة بين المقاومة الكهربية (م)، وكل من فرق الجهد (ج)، وشدّة التيار الكهربي (ت):

$$\text{م} = \text{ج} \div \text{ت}$$

ويتصف القانون العلمي بالثبات؛ حيث إن اشتقاقه يستلزم العديد من التجارب والقياسات والعمليات الحسابية.

ويمكن تحديد القانون العلمي فيما يلي:

أ- التفسير Explanation ب- التنبؤ Prediction

هـ- النظريات العلميّة:

النظرية Theory هي: «مجموعة من التصورات الذهنية الفرضية التي تتكامل في نظام معيّن يوضِّح العلاقة بين مجموعة كبيرة من المفاهيم والمبادئ والقوانين والقواعد العامّة».

أمثلة على النظريات العلميّة:

- النظرية الجزيئية لتركيب المادة. - نظرية الحركة للغازات.
- النظرية الأيونية. - النظرية الذريّة.

والنظرية مثل القانون، لها دور في التفسير، وفي التنبؤ، ولكن بصورة أكبر من القانون.

النظرية الجزيئية لتركيب المادة:

تتكون المادة من جزيئات، وهذه الجزيئات تكون:

أ- في حالة حركة مستمرة، تكون أكبر من الغازات، وأقل من المواد الصلبة.

ب- بين هذه الجزيئات قوة تماسك، تكون أكبر في المواد الصلبة، واقل في الغازات.

ج- بين هذه الجزيئات مسافات تُسمى مسافات بينية (جزيئية).

د- هذه الجزيئات لها طاقة حركة، ولها طاقة وضع.

ومن خلال هذه النظرية؛ يمكن تفسير انتقال رائحة العطر في الغرفة، وإمكانية تجزئة كمية من الماء بسهولة، وكذلك تفسير تمدد قضبان السكك الحديدية في الصيف.

وتظل النظرية مقبولة من قِبَل جمهور العلماء ما دامت صالحة لتفسير جميع الظواهر والملاحظات التي تقع في نطاقها.

٢- تفهُّم المبادئ الرئيسة بشكل وظيفي Main Principles:

المبدأ العلمي هو تعبير عن علاقات بين عدد من المفاهيم الصادقة في حدود المعرفة العلمية المُتاحة، ومعلِّم العلوم يستطيع أن يُنمّي عددًا كبيرًا من المبادئ العلميّة ويمكن للمبدأ:

أ- شرح وتفسير الأحداث. ب- الاستنتاج.
ج- التحكُّم في المواقف. د- حل المشكلات.

ويمكن لمُعلِّم العلوم أن يستخدم الطرق التالية لتعليم المبدأ:

- يسأل المتعلمين أسئلة عدة تؤدي بالمُتعلِّم إلى أن يتهيأ لصياغة المبدأ.
- مُساعدة المتعلِّمين لصياغة المبدأ بإعطاء أمثلة على ذلك.

أمثلة على المبادئ العلمية:

- الشمس هي مصدر الطاقات على سطح الأرض.
- يوجد بالعالم غير المرئي الكثير من الكائنات الدقيقة.

وكذلك الحال عندما نقول: تتكيف الكائنات الحيّة مع العوامل البيئية للحفاظ على نوعها، فهذه العبارة تربط بين مفاهيم: الكائنات الحيّة – التكيُّف – العوامل البيئية – الحفاظ على النوع؛ لذا يُطلق على هذه العبارة «المبدأ العلمي»، وهذه العبارة صحيحة علميًا، وتفيد التعميم والشمول لجميع الكائنات الحيّة.

يتضح مما سبق أن المبادئ العلمية تتميز بمجموعة من الخصائص أهمها ما يلي:

أ- المبدأ العلمي عبارة لفظية صحيحة علميًا؛ حيث تتضمن حقائق علمية تصف الظاهرة وصفًا كميًا، ولكنه أشمل وأعمّ من الحقائق العلمية.

ب- يربط المبدأ العلمي بين مجموعة من المفاهيم العلمية، ويوضح العلاقات الموجودة بين هذه المفاهيم بصورة كيفية.

جـ- المبدأ العلمي له صفة الشمول والتعميم على الأشياء والأحداث والظواهر التي يتضمنها وبالتالي فهو واسع التطبيق.

د- يمكن الوصول للمبادئ العلمية باستخدام التفكير الاستقرائي، فمن خلال مشاهدة حالات جزئية عن تمدد المعادن بالحرارة، ويمكن التوصُّل إلى مبدأ «المعادن تتمدد بالحرارة»، ويمكن استخدام التفكير الاستنباطي لتطبيق هذا المبدأ على حالات فردية، «الحديد معدن» إذن «الحديد يتمدد بالحرارة».

وعندما يتم الربط بين مجموعة من المفاهيم في عبارة تصف الظاهرة وصفًا كيفيًا وكميًا تسمى هذه العبارة بـ «القاعدة العلمية».

ولكي يكون للمبادئ العلمية شكل وظيفي لدى المُتعلِّم؛ فإنَّه ينبغي أن يسمح المُعلِّم للمتعلِّمين بتطبيقه، أو إعطاء تطبيقات لهذا المبدأ، فمثلاً تطبيقًا لمبدأ: تتمدد المعادن بالحرارة، فيمكن إعطاء تطبيق على هذا المبدأ، بأنه يسمح بوجود مسافات صغيرة بين قضبان السكك الحديدية فعندما ترتفع درجات الحرارة صيفًا تتمدد هذه القضبان الحديدية، ولا تتقوَّس (في حالة عدم وجود هذه المسافات بينها)، وبالتالي لا تتعرض القطارات للخطر.

وكذلك مثال: تغطى أيدي الأواني المعدنيّة بطبقة من الخشب؛ لأنَّ هذه الأواني عندما ترتفع درجة الحرارة تصبح خطرًا على من يُمسك بهذه الآنية؛ حيث إن المعادن توصِّل الحرارة بصورة جيّدة، فتصنع أيدي هذه الأواني من الخشب

ليسهل الإمساك بها دون الخوف منها، إن الممارسات التطبيقية عملية مهمة في تعليم المبادئ؛ حيث تدعم تعلُّم تلك المبادئ.

٣- المهارات العلمية Scientific Skills:

من الأمور المهمّة في تدريس العلوم تنمية المهارات العلمية والعملية، وهذا ما يجعل إعادة النظر في مقررات ومناهج العلوم التي لا تهتم بهذه المهارات العلمية، وتلك المهارات العملية فمن المُتفق عليه أن تدريس العلوم يساعد المُتعلِّم على أن:

أ- يقوم باستخدام بعض الأجهزة العلمية، وأن يتناولها بمهارة.

ب- يقرأ المادة العلمية بفهم، وأن يُحللها.

ج- يُجري بعض العمليات الأساسية بدرجة مقبولة من الدقة، مثل الملاحظة والاستنتاج.

د- أن يقرأ الرسوم البيانية ويستطيع تفسير محتوياتها، بأن يقرأ مثلًا بأن العلاقة بين متغيرين هي علاقة طردية.

هـ- أن يقوم بعمليات القياس الدقيقة، مثل قياس الأطوال، والمساحات، والحجوم.

و- أن يقوم بإجراء بعض العمليات الحسابية والرياضية التي تُعدّ أساسية للدراسات العلمية، فالعلم دقيق في علاقاته ومقاديره.

ولذا فإن تدريس العلوم يهدف إلى تنمية العديد من هذه المهارات العلمية والعملية، مثل تدريب المتعلِّمين على كيفية تناول الأجهزة العلمية، واستعمالها الاستعمال الصحيح، والمحافظة عليها، وصيانتها، وكذلك إجراء بعض التجارب العملية، مع مراعاة الاحتياطات الواجب توافرها لنجاح هذه التجارب العملية، وكذلك مهارة تشغيل هذه الأجهزة المُتصلة بهذه التجارب، بالإضافة إلى استخدام الكمبيوتر، وقيام المتعلِّم بعمليات مثل قياس: الوزن، الكتل، ورسم الأجهزة المختلفة، والأشكال التوضيحية.

ومن المهارات العلمية الواجب إكسابها للمُتعلِّمين في تدريس العلوم: المهارات اليدوية، المهارات الأكاديمية، المهارات العلمية، المهارات الاجتماعية: (محمد نجيب عطيو، ٢٠١٣: ٧٦-٧٨)

أ- المهارات اليدوية Manual Skills:

ومن أمثلتها:

١- المهارة في إجراء التجارب العملية والتوصل إلى النتائج، كإجراء تجربة الكشف عن الأحماض والقلويات باستخدام أوراق تبّاع الشمس البنفسجيّة.

٢- المهارة في استخدام الأجهزة العلمية، كاستخدام الترمومتر في قياس درجات حرارة جسم الإنسان، واستخدام الميزان في قياس كُتل الأشياء.

٣- مهارة عمل بعض الوسائل التعليمية، كعمل نماذج توضِّح تركيب الجهاز الهضمي في الإنسان، ونموذج يوضِّح تركيب الزهرة في النبات.

ب- المهارات الأكاديمية Academic Skills:

ومن أمثلتها:

١- استخدام المجلات العلمية والدوريات بصورة صحيحة.

٢- القراءة العلمية الفاعلة والمبنية على الفهم، واستخلاص الأفكار.

٣- جمع البيانات وتسجيلها باستخدام اللغة العلمية الصحيحة.

٤- إعداد مقال أو بحث في موضوع علمي معيَّن.

ج- المهارات العلمية Scientific Skills:

ومن أمثلتها:

١- مهارة دقة المُلاحظة.
٢- مهارة الاستنتاج.
٣- مهارة التصنيف.
٤- مهارة التنبؤ.

د- المهارات الاجتماعية Social Skills:

ومن أمثلتها:

١- مهارة التعاون مع الآخرين.
٢- مهارة تحمُّل المسئولية.
٣- مهارة الاتصال الجيد.

تنمية الاهتمام بالتفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة (S.T.S.E):

ظهرت في الآونة الأخيرة دعوات كثيرة للاهتمام بالتفاعل بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة (Science, Technology, Society and Environment)، ومعنى ذلك الخروج بالنشاطات العلمية للمتعلِّمين خارج النطاق الضيّق إلى نطاق التربية العلمية الأوسع، إن مدخل القضايا البيئية (S.T.S.E) يجمع في جوهره ومضمونه مدخلين مهمين هما: مدخل قضايا العلم والتكنولوجيا Scientific Approach (S.T.S)، والمدخل البيئي Environmental Approach، أي تدريس العلوم في سياق اجتماعي بيئي لحل القضايا والمُشكلات البيئية المُعاصرة؛ لذا فإن التعليم في ضوء هذا المدخل يُركِّز على التفاعلات البيئية للتطور العلمي والتكنولوجيا، ويشمل على أربعة مستويات لتعليم العلوم هي: (Hodoson, 2003: 655)

أ- تقدير الأثر الثقافي للعلم والتكنولوجيا.

ب- القدرة على اتخاذ القرارات.
جـ- تطوير القيم والاتجاهات والأفكار الخاصة للفرد.
د- التحضير للاستعداد والمُبادرة.

وأول من أكملوا بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة زيمان Zieman، وسلمون Soloman، وياجر Yager، وجالافر Gallagher.

إن هذا المدخل نشأ في بريطانيا، ثم انتقل إلى كندا، وبعدها إلى الولايات المتحدة الأمريكية.

خصائص مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة (S.T.S.E) :

يمكن تحديد أهم خصائص هذا المدخل في النقاط التالية: (كمال زيتون، ٢٠٠٢: ٣٦)

١- يُحدد فيه المُتعلِّم المشكلات التي تُلائم اهتماماته.
٢- يستخدم المصادر المحليّة (بشرية أو مادية) التي يمكن الاعتماد عليها في حل المشكلة.
٣- يتميز بالمشاركة النشطة للمُتعلِّم في البحث عن لمعرفة التي تُسهم في حل المشكلة.
٤- امتداد التعلُّم ليتعدى حدود الفصل المدرسي، بل حدود المدرسة أيضًا.
٥- التركيز على تأثير العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة على المتعلِّمين أنفسهم.
٦- النظر إلى محتوى العلوم باعتباره يتعدّى المفاهيم التي يمكن للمتعلِّم تعلُّمها.
٧- التأكيد على مهارات عمليات العلم التي يستخدمها المُتعلِّم في حل مشكلاته.
٨- التأكيد على الوعي المهني، وبخاصة المهن المتعلقة بالعلم والتكنولوجيا.
٩- إتاحة الفرصة للمُتعلِّمين في المرور بأدوار المواطنة خلال محاولتهم في حل المشكلات التي يواجهونها.
١٠- تحديد الأساليب التي يتوقع أن يؤثر بها العلم والتكنولوجيا في المستقبل.

سمات الأفراد الذين يستخدمون مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة:

يمكن تحديد هذه السمات في النقاط التالية: (علي عبد الهادي العمري، ١٩٩٥: ٦)

١- يستخدمون المفاهيم العلميّة والتكنولوجية في حل مشكلاتهم اليومية، واتخاذ القرارات في حياتهم اليومية.
٢- يشاركون في الأنشطة الشخصية، وقادرون على الموازنة بين الخيارات المتوفِّرة.
٣- يدافعون عن القرارات والأعمال باستخدام نقاشات عقلانية تُركِّز على الأدلة.
٤- يقدِّرون البحث العلمي وحل المشكلات التكنولوجية.
٥- يُميِّزون بين الأدلة العلمية والتكنولوجية؛ والاعتقاد الشخصي، وبين الحقيقة والرأي الشخصي.
٦- يتقبلون الأدلة العلمية الجيدة، وحقيقة أن المعرفة العلمية ليست مطلقة.
٧- يدركون فوائد التقدُّم العلمي والتقني وآثاره السلبية.
٨- يحللون التفاعلات بين العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة.
٩- يربطون بين العلم والتكنولوجيا والنشاطات الإنسانية الأخرى، مثل التاريخ، وغيره.
١٠- يقترحون تفسيرات منطقية للظواهر الطبيعية.

أهمية استخدام مدخل العلم والتكنولوجيا والمجتمع والبيئة (S.T.S.E) في المناهج للمُتعلِّم حسب ما ورد عن الهيئة القومية لمعلِّمي العلوم بالولايات المتحدة الأمريكية (National Science Teachers Association, NSTA, 1992) في جعله قادرًا على:

١- يستخدم المفاهيم والمهارات والقيم العلمية في اتخاذ قرارات يومية مسئولة.
٢- يستوعب أثر العلوم والتكنولوجيا على المجتمع والبيئة.
٣- يفهم قُدرة المجتمع على التحكُّم في العلوم والتكنولوجيا من خلال التوزيع الجيّد للمصادر الطبيعية.

٤- يُدرك حدود العلوم والتكنولوجيا في توفير رفاهية البشر.
٥- يُقدِّر قيمة العلوم والتكنولوجيا، وما تُقدِّمه للبشرية من آثار فعّالة ومؤثرة.
٦- يستوعب طبيعة العلم، وأن المعرفة العلمية قابلة للتغيّر عندما توفر معلومات جديدة.
٧- يفهم استخدام التكنولوجيا، وقيود استخدامها.

تنمية الميول والاتجاهات والقيم العلمية:

الميول العلمية Scientific Interests:

يُعدّ البحث عن ميول المُتعلِّمين واكتشافها هدفًا مُهمًّا من أهداف تدريس العلوم؛ إذ يُمكن الانطلاق من هذه الميول نحو تزويد هؤلاء المُتعلِّمين بخبرات تسهدف تنميتها بغرض الاستفادة منها مُستقبلًا؛ حيث إن معرفة ميول المُتعلِّمين الحقيقية تمكننا من توجيههم نحو التخصص المُناسب في التعليم كلٍّ وفق ميوله واستعداداته، وبالتالي التوجُّه نحو اختيار المهنة المُناسبة لكل منهم، وبهذا يمكن تحقيق فرصة كبيرة للنجاح في الحياة العملية.

ويُعرف الميل Interest بأنه: «شعور لدى الفرد يجعله يُفضِّل شيئًا عن أشياء أخرى، ويُصاحب هذا الشيء سرور وارتياح».

وعلى هذا؛ فإن الميول العلمية هي: «اهتمامات وتنظيمات وجدانية تجعل المُتعلِّم يعطي اهتمامات وانتباهات للموضوعات العلمية، ويشترك في أنشطة عقلية وعلمية ترتبط بهذه الموضوعات العلمية، ويشعر المُتعلِّم بقدر من الارتياح والرضا عند ممارسته لهذه الأنشطة».

سمات الميول العلمية:

يمكن تحديد أهم هذه السمات في النقاط التالية:

١- تكتسب الميول العلمية، وتتعلَّم وتتنامى في الأسرة والمدرسة والمجتمع، وهي تتكون وتنمو وتتطور عند الفرد من خلال تفاعله مع البيئة.

٢- بمجرد تشكيل الميول العلمية وتكوينها عند الفرد؛ غالبًا ما تميل إلى الاستقرار النسبي.

٣- تُعدّ الميول العلمية نزعة شخصية سلوكية لدى الأفراد للانجذاب نحو نشاط معيّن من الأنشطة العلمية المختلفة.

٤- تحقق الميول العلمية للفرد ذاتيته، وبالتالي فإن نقص هذه الميول لديه قد يؤدي إلى اضطرابات صحيّة، أو عقلية.

٥- الميول العلمية قابلة للقياس والتقويم، إمَّا من خلال الاستجابات اللفظية للفرد، أو من خلال ملاحظات أوجه السلوك والنشاطات العلمية التي يقوم بها هذا الفرد.

٦- تختلف الميول عن الاتجاهات في أنَّها ميل فرد نحو شيء ما، كالعلوم مثلًا، أمَّا الاتجاهات فهي استجابة الفرد نحو قضية جدلية بالقبول أو الرفض.

٧- تقترن الميول بالسلوك؛ فالفرد الذي لديه ميول علمية يتوقع منها أن يمارس ميوله واهتماماته بالعلوم بشكل افضل من المواد الإنسانية الأخرى التي لا يميل إليها.

٨- تختلف الميول باختلاف العمر، والجنس، فالميول لدى الأطفال تختلف عن ميول الكبار والميول لدى الإناث تختلف إلى حد ما عن ميول الذكور.

٩- الميول العلمية ذات صبغة انفعالية أكثر منها عقلية، وبذلك تختلف عن القدرة العقلية، فقد يكون لدى الفرد ميول علمية ليدرس في المستقبل علوم الطب، إلَّا أنَّه غير قادر على تحقيق ذلك، وقدي كون لفرد آخر القدرة على دراسة علوم الطب، إلَّا أنَّه لا يميل إليها.

أهمية الميول العلمية في حياة المُتعلّمين:

يمكن تحديد هذه الأهمية في النقاط التالية:

١- توجّه الميول المُتعلِّمين نحو اختيار المهنة المُناسبة في المستقبل، أو التخصص المُناسب في التعليم، وبهذا تمكِّنهم من تحقيق فرصة أكبر في النجاح من جهة، وفي إفادة المُجتمع من إمكاناتهم لدرجة كبيرة من جهة أخرى.

٢- تُشعر هؤلاء المُتعلِّمين بالارتياح نحو الميل العلمي الذي يسعدهم، كما تشعرهم بالارتياح والسرور وهم يمارسون الأنشطة التي يميلون إليها ويحبونها.

٣- تعطيهم القدرة على التكيُّف، فقد أثبتت الدراسات أن الأطفال الذين لم تَكُن لهم ميول وهوايات علمية أقل تكيُّفًا ممّا وُجد عند نظرائهم الذين كانت لديهم ميول وهوايات واهتمامات مختلفة.

كل هذا يدل على أهمية الميول العلمية لدى المُتعلِّمين صغارًا وكبارًا.

الاتجاهات العلمية Scientific Attitudes:

يُعرف الاتجاه بأنه: «شعور الفرد العام والثابت نسبيًا، الذي يحدد استجاباته نحو موضوع معيّن، أو قضية معيّنة، من حيث القبول والرفض».

ويتضمن الاتجاه الخصائص التالية:

- وجود قضية أو موضوع ينصّب عليه الاتجاه.
- يحمل الاتجاه حُكمًا أو تقييمًا.
- الاتجاهات باقية نسبيًا.
- تنبئ الاتجاهات بالسلوك.

سمات الاتجاهات العلمية:

يمكن تحديد أهم سمات الاتجاهات العلمية في النقاط التالية:

١- الاتجاهات مُتعلَّمة؛ أي أنَّها ليست غريزية أو موروثة، وإنَّما هي حصيلة مُكتسبة من الخبرات والآراء والمُعتقدات يكتسبها الفرد من خلال تفاعله مع بيئته المادية والاجتماعية؛ أيّ أنَّها أنماط سلوكية يمكن اكتسابها وتعديلها بالتعليم والتعلُّم.

٢- يُمكن أن نتنبأ سلوك الفرد عندما نعرف اتجاهاته؛ فالفرد ذو الاتجاهات العلمية يمكن أن تكون سلوكياته علمية بعيدة عن التفكير الخُرافي.

٣- الاتجاهات استعدادات للاستجابات؛ فالاتجاهات تحفِّز وتهيئ الاستجابات العلمية لدى الفرد.

٤- الاتجاهات استعدادات للاستجابة العاطفية؛ حيث إنَّ ما يُميِّز الاتجاهات عن المفاهيم النفسية الأخرى هو الموقف التفصيلي لأن يكون الفرد مع أو ضد شيء أو موقف ما؛ لذلك يُعدّ المكون الوجداني أهم مكونات الاتجاه.

٥- الاتجاهات ثابتة نسبيًّا، وقابلة للتعديل والتغيير، وهي مُتعلَّمة في مراحل العُمر المبكِّرة ويصعُب تغييرها نسبيًّا؛ لأنَّه مُرتبطة بشخصية الفرد وحاجاته، ومع ذلك فإنَّها قابلة للتعديل لأنَّها مُكتسبة ومُتعلَّمة، وليست فطرية.

٦- الاتجاهات قابلة للقياس؛ حيث يمكن قياسها من خلال مقياس الاتجاهات، وذلك من خلال قياس الاستجابة اللفظية، أو من خلال الاستجابة المُلاحظة من الفرد.

أهم المكونات السلوكية للاتجاهات العلمية:

يمكن تحديد أهم المكونات السلوكية للاتجاهات العلمية فيما يلي: حب الاستطلاع – التفتُّح الذهني – عدم التسرُّع في إصدار الأحكام – العقلانية – الإيمان بالطرق العلمية – الأمانة العلمية.

١- حُبّ الاستطلاع:

يتّصف الفرد بحب الاستطلاع عندما:

- ينظر للمستقبل نظرة متفائلة.
- يبحث عن أكثر التفسيرات إقناعًا في ضوء البيانات المُتاحة.
- يرغب دائمًا في البحث والقراءة والاطلاع.
- يهتمّ دائمًا بفهم الأشياء الجديدة، وكُل ما يتعلّق بها من استفسارات ونقد ومناقشة.

٢- التفتُّح الذهني:

يتّصف الفرد بالتفتُّح الذهني عندما:

- يؤمن بأن الحقيقة العلمية قابلة للتعديل والتغيير.
- يراجع أفكاره وآراءه في ضوء الموثوق بها.
- يأخذ في اعتباره الأدلة والأفكار التي يقدِّمها الآخرون ويقوِّمها.
- يوازن بين أوجه الرأي المُتناقضة في المواقف.
- لا يقبل أي نتيجة على أنها نهائية أو مُطلَقة.

٣- عدم التسرُّع في إصدار الأحكام:

يتّصف الفرد بعدم التسرُّع في إصدار الأحكام عندما:

- لا يتأثر بالرأي لمجرد صدوره من شخص له مكانة متميزة.
- يستشير ذوي المكانة العلمية، ويرجع إلى المصادر العلمية قبل إصدار الحكم.
- يجمع أكبر قدر ممكن من المعلومات قبل التوصُّل إلى استنتاج.
- يتجنب الأحكام السريعة.

٤- العقلانيّة:

يتّصف الفرد بالعقلانية عندما:

- يؤكد على أن تكون التفسيرات مبنية على حقائق.
- يُقدِّم الأدلة العلمية والتجريبية على صحة أفكاره.
- يتمسك بالحقائق ويبتعد عن المُبالغات.
- يرجع إلى الخُبراء عند البحث عن المعلومات.

٥- الإيمان بالطرق العلمية:

يتّصف الفرد بأنَّه مؤمن بالطرق العلمية عندما:

- يؤمن بالتجريب عندما يدرس فرعًا من فروع العلوم.
- يسعى لاستخدام الوسائل والطرق التي ثبتت صلاحيتها في جمع البيانات.
- يفترض بأنَّ كل الاستنتاجات قابلة للتعديل حتى ولو كانت علمية.

- يؤمن بأنَّ الطريقة العلمية تُصحِّح نفسها.
- يُدرك بأن المعرفة العلمية قابلة للتعديل والتغيير.

٦- الأمانة العلمية:

يتّصف الفرد بالأمانة العلمية عندما:

- يعترف بما قام به الآخرون من أعمال علمية، ويثق في هذه الأعمال.
- أن يسجل الملاحظات حتى التي تتعارض مع فروضه.
- يستخدم أكثر من طريقة للحصول على الأدلة العلمية.
- يتبع الدقة والأمانة العلمية في جمع البيانات وتفسيرها للوصول إلى الحقائق.
- يعلن عن ما توصل إليه من اكتشافات علمية بأمانة.

القيـم العلميـة Scientific Values:

تُعرف القيم العلمية بأنها: «محصّلة مجموعة الاتجاهات الراسخة لدى الأفراد إزاء موضوع علمي معيّن أو موقف متصل بالعِلم».

وفيما يلي مجموعة من القيم العلمية يرى المتخصصون أنَّها تُمثل قيمًا علمية يجب على مُعلِّمي العلوم تنميتها لدى المُتعلِّمين في أثناء تدريسهم للعلوم:

١- الرغبة في المعرفة والفهم.
٢- حب الاستطلاع والاستفسار عن جميع الظواهر أو الأحداث التي تحدث حولنا.
٣- البحث عن المعلومات ومعانيها الصحيحة.
٤- الرغبة في الإثبات والتحقُّق.
٥- احترام المنطق السليم.
٦- دراسة المُقدِّمات بعناية.
٧- دراسة النتائج بعناية.

سمات القيم:

يمكن تحديد سمات القيم في النقاط التالية:

١- القيم إنسانية:

تتميز القيم بأنَّها إنسانية ومُشتركة بين عدد من الناس، وتُعدّ القيم محكّات تحكم بها على الناس كجماعة أو أفراد، وكذلك المواقف وألوان السلوك والأفكار والأحداث بأنها مستحبّة أو مكروهة، مفيدة أو ضارة، مرغوب فيها، أو غير مرغوب فيها؛ حيث إن القيمة هي محصّلة التفاعل الدينامي بين طرفين (الإنسان والأشياء أو الموضوعات).

٢- القيم شخصية وذاتية:

تتضمن القيمة معاني كثيرة مثل: الاهتمام، والاعتقاد، أو الرغبة والسرور، أو اللذة والإشباع أو النفع، والمُفاضلة والاختيار، وكل هذه المعاني تُعبِّر عن عناصر شخصية يحسها كل منّا على نحو خاص، وهي عناصر وجدانية وعقلية غامضة تعتمد على الشعور الداخلي للشخص وتأملّاته.

٣- القيم نسبيّة:

فالقيمة تختلف عند الشخص بالنسبة إلى حاجاته ورغباته وتربيته وظروفه، وهي تختلف من شخص إلى آخر، ومن زمن إلى زمن ثانٍ، ومن مكان إلى آخر، ومن ثقافة إلى ثقافة أخرى؛ لذا فالقيم نسبيّة.

٤- القيم اختيارية:

أي أن القيم توجِّه الفرد في اختيار البدائل والتفضيلات في مختلف نواحي الحياة الاجتماعية والاقتصادية والثقافية؛ سواء بالنسبة لأهداف الفرد، أو أساليب تحقيقها.

٥- تترتب القيم فيما بينها ترتيبًا هرميًّا:

تُهيمن بعض القيم على قيم غيرها، أو تخضع لها، فالفرد في حياته يحاول أن يُحقق كل رغباته التي يعتقد أن لها قيمًا عنده، ولكن طبيعة الحياة نفسها، وطبيعة

الظروف التي تحيط به، تحول دون ذلك، وكثيرًا ما يحدث تعارض بين القيم التي يدين بها؛ لذلك يحاول أن يخضعها بعضها لبعض، فيخضع الأقل قبولًا عند الناس للأكثر قبولًا وفقًا لترتيب خاص به؛ لذلك يُقال أن قيم الفرد أو قيم الجماعة ترتب ترتيبيًا هرميًا في سلم القيم.

٦- **تتضمن القيم الوعي أو الشعور:**

فالقيمة لا تكون قيمة إلَّا إذا توافرت فيها شروط ثلاث، هي كما يلي:

أ- أن يكون لدى الفرد وعي يتبلور حول وجود شيء أو فكرة أو شخص.

ب- أن وعيه هذا يخصّه ويهمه هو، بمعنى اكتسابه اتجاهًا انفعاليًا مع أو ضد الشيء أو الفكرة، أو الشخص.

جـ- أن وعيه واتجاهه الانفعالي يكونان أكثر من حالة وقتية عابرة، أي يدومان بعض الوقت.