الفصل الثالث: عمليات العلم الأساسية والتكاملية

تعد عمليات العلم أو خطوات التفكير العلمي كما يُطلق عليها أحيانًا ذات أهمية بالغة في البحوث العلمية، ولكي يمكن تحديد هذه العمليات ومن ثم نقلها كدعامة للبحث من جيل إلى جيل، فقد قام بعض العلماء بدراسة وتحليل البحوث السابقة حتى أمكنهم التوصل إلى قائمة أساسية بالخطوات والقواعد التي يمكن على أساسها التخطيط للدراسات المختلفة.

- **العناصر المتضمنة في عملية التفكير العلمي:**

وتم تحديد العناصر المتضمنة في عملية التفكير العلمي ما يلي:

- الشعور بمشكلة ذات دلالة.
- تعريف المشكلة أو تحديدها.
- دراسة الموقف وجمع الحقائق والمعلومات والبيانات التي لها علاقة بالمشكلة.
- وضع الفروض لحل المشكلة.
- اختبار الفروض بواسطة التجريب أو بأية وسيلة أخرى.
- قبول الفرض مؤقتًا أو رفضه، واختبار فروض أخرى.
- الوصول إلى حل المشكلة.

والقيمة الأساسية للعلم لا تكمن فقط في أنه يبحث عن حلول لمشكلات طارئة أو جزئية، بل في وصوله إلى مجموعة الحقائق والمفاهيم والتعميمات والقوانين والنظريات التي يمكن استخدامها في مواقف جديدة متشابهة، ومن هنا تأتي أهمية عمليات التجريد والتعميم كعمليات مصاحبة للتفكير العلمي.

وقد يتصور البعض أن خطوات حل المشكلة بهذا الترتيب تمثل أساسًا نظريًا ثابتًا بهذا التسلسل؛ إلا أن ذلك غير صحيح؛ فالمنهج العلمي ليس خطوات محددة ينبغي الالتزام بتسلسلها، بل هو مجموعة من العمليات العقلية المتداخلة والتي يؤثر كل منها على الآخر.

مثال: أبو بكر الرازي يحدد مكان البيمارستان:

طلب الخليفة العباسي (المعتضد) من مستشاريه أن يختاروا مجموعة من الأطباء لاختيار موقع البيمارستان العضدي (أي المستشفى الكبير) والذي يعتزم الخليفة إقامته؛ فقدموا له أكثر من مائة اسم طبيب ليختار من بينهم من يرى، وكان من ضمنهم أبو بكر الرازي.

طلب الخليفة اختصار تلك الأسماء إلى خمسين فأربعين فثلاثين فعشرة، فكان الرازي من بينهم، ثم طلب اختصارهم إلى ثلاثة ثم واحد؛ فكان الرازي أيضًا هو الوحيد المختار من بينهم لتلك المهمة، فطلب الخليفة إحضاره.

فلما مثل الرازي بين يدي الخليفة قال له: أريد منك أن تختار أنسب الأمكنة في بغداد لبناء البيمارستان العضدي الذي اعتزم إقامته؛ فرد عليه الرازي: سمعًا وطاعة.

بدأ الرازي يفكر في المهمة الكبيرة التي أسندت إليه، وأي الأمكنة أنسب، ولماذا ؟!!.. وغير ذلك من الأسئلة التي طرقها وفكر فيها، وأخيرًا هداه تفكيره وأسلوبه العلمي إلى فكرة جيدة سارع في تنفيذها، حيث طلب من أحد تلاميذه أن يأتيه بقطعة كبيرة من اللحم الطازج، ثم دعا أكثر من تلميذ وجمعهم حوله، وأخذ يقطع اللحم إلى قطع صغيرة أعطاها إلى كل تلميذ؛ فأخذ كل تلميذ قطعة من اللحم الطازج والدهشة تبدو على وجهه.

بسط العالم المسلم أبو بكر الرازي (٨٦٥-٩٢٥م) خريطة بغداد أما التلاميذ، وأخذ يحدد لكل واحد منهم موقعًا يذهب إليه ويعلق اللحمة ويحرسها ليل نهار.

نفذ التلاميذ طلب أستاذهم الطبيب ن وجلس كل واحد منهم يحرس اللحمة المعلقة وهو لا يدري ما الهدف من وراء ذلك، أخذ الرازي يمر عليهم الواحد تلو الآخر أكثر من مرة باليوم الواحد وكان يتحسس ويشم رائحة قطع اللحم ن وبتركيز شديد مع تدوين ملاحظاته ومشاهداته.

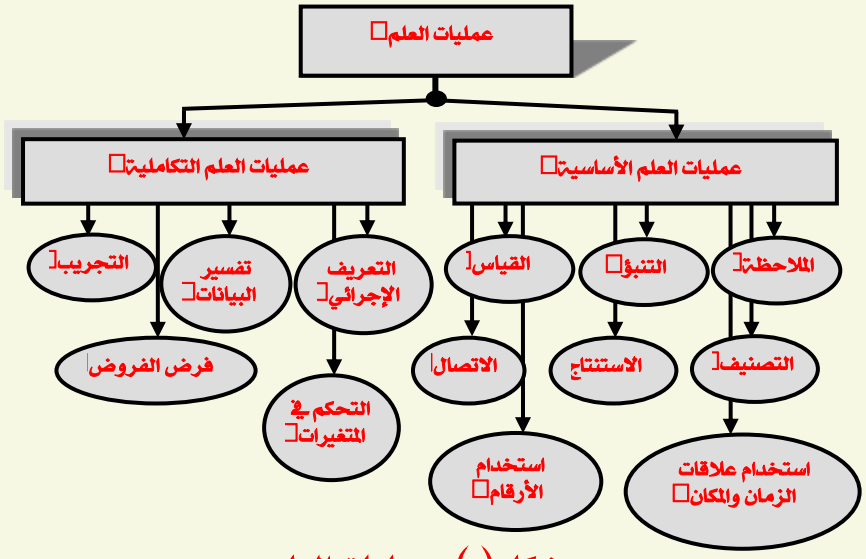
وبعد فترة وجيزة ذهب الطبيب أبو بكر الرازي للخليفة العباسي يخبره بأنسب المواقع لإقامة المستشفى المطلوب؛ فسأله الخليفة عن قطع اللحم المعلقة في معظم أرجاء بغداد؛ حيث انتشر خبرها واستغرب الناس ذلك؛ فأجابه الرازي: بأنه وضع قطع اللحم في جهات مختلفة من المدينة وبدأ يلاحظ مدى سرعة تعفنها؛ حيث اختار الموقع الذي تعفنت فيه آخر قطعة لحم ليكون أنسب المواقع لإقامة المستشفى.

وهكذا أعجب الخليفة المعتضد بالعالم أبي بكر الرازي وبطريقته العلمية الجيدة والتي توصل إليها بأسرع وقت.

وهكذا يقدم لنا الأدبيات التربوية سلسلة من عمليات العلم يمكن تصنيفها إلى قسمين كما يلي:

- عمليات العلم الأساسية Basic Science Processes
- عمليات العلم التكاملية Integrated Science Processes

ويمكن توضيح العمليات الفرعية لكل تصنيف في الشكل التالي:



شكل (٥) : عمليات العلم

- **أولًا: عمليات العلم الأساسية:**

وتشمل العمليات الآتية:

[١] الملاحظة Observing:

يتم فيها ملاحظة ومشاهدة الصفات الظاهرية أو الوضع للشيء أو الحالة المراد دراستها، وهذه العملية قد تتم بطرق مختلفة، وباستخدام حاسة واحدة أو أكثر من حاسة من الحواس الخمس، وقد يستعين العالم ببعض الأجهزة والأدوات الحديثة في عملية الملاحظة.

والملاحظة هي الخطوة الأولى في البحث العلمي؛ فيجب أن يكون الفرد الذي يقوم بهذه العملية ملمًا أو متمكنًا من المهارات الفرعية والتي تندرج تحت مهارة الملاحظة، مثل مهارة توظيف أكثر من حاسة في عملية الملاحظة، ومهارة ملاحظة الأشياء أو الظواهر أو الحالات التي في العالم المحيط بنا بصورة كمية بدرجة أعلى من استخدام الملاحظة اللاكمية (كيفية).

وتنطوي عملية الملاحظة على عدد من المهارات الفرعية نُجملها فيما يلي:

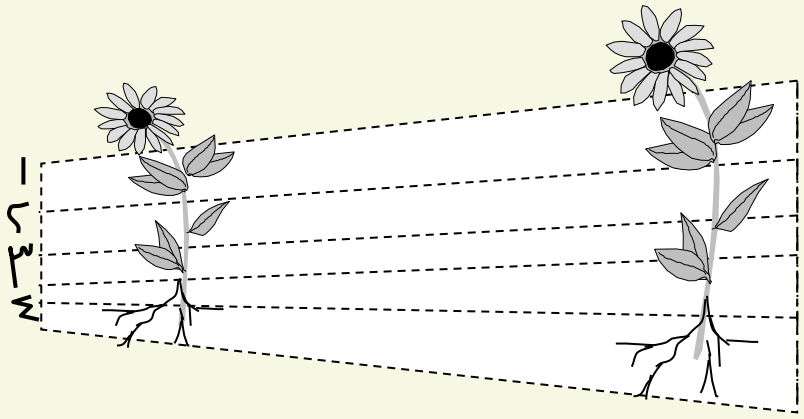
- إعطاء مجموعة من الملاحظات الكمية عن جسم ما.
- إعطاء مجموعة من الملاحظات التي تصف التغير الذي يحدث لجسم، أو لحدث في صورة كيفية.
- تحديد أوجه التشابه بين مجموعة من الأشياء أو الظواهر.
- تحديد مجموعة من الملاحظات التي تصف التغير الذي يحدث لجسم قبل التغير، وفي أثناءه، وبعد حدوثه إن أمكن ذلك.

وينبغي هنا أن نميز بين الملاحظة والاستنتاج؛ حيث إن الملاحظة تركز على معرفة صفات وخواص الظواهر والحالات التي يمكن التوصل إليها عن طريق الحواس الخمس. والاستنتاج يساعد على تفسير الملاحظات التي تم الحصول عليها؛ فالملاحظة تسبق عملية الاستنتاج في الترتيب؛ فيجب أن تلاحظ (تسمع) صوت الطائرة قبل أن تستنتج وتفسر أن هذا صوت محرك نفاث.

وقد تتأثر عملية الملاحظة بشخصية وخلفية الفرد الذي يقوم بالملاحظة أو بمهاراته، وتمكنه من القيام بالملاحظة، وقد تتأثر بنوعية الأجهزة المستخدمة في هذه الخطوة. وهذا قد يؤدي إلى حدوث أخطاء في عملية الملاحظة، والأخطاء في هذه العملية تكون عديدة ويترتب عليها أخطاء في العمليات الأخرى التي تليها، وعلى ذلك فالدقة في عملية الملاحظة عامل أساسي للتوصل إلى النتائج المرجوة.

*** مثال:**

يشير الرسم أدناه إلى نمو نبات ما خلال يومين:



أي أجزاء النبتة نما أكثر من غيره من الأجزاء ؟

(أ) الجزء (١) (ب) الجزء (٢)

(ج) الجزء (٣) (د) الجزء (٤)

[٢] التصنيف Classifying:

يتم في التصنيف التعرف على الأشياء المشتركة أو العامة بين الظواهر أو الأشياء التي تساعد على وضع المعلومات المتشابهة أو المرتبطة مع بعضها في مجموعات أو خانات محددة. فمهارة التصنيف تساهم في ترتيب الأفكار والأشياء والصفات ترتيبًا ذا معنى، وقد يكون الترتيب بناءً على الشكل أو الحجم أو الموقع أو المسافة أو الأشياء المشتركة بين هذه الظواهر؛ وهذا يستدعي من الفرد معرفته بالصفات العامة أو المشتركة أو الصفات التي تميز ظاهرة عن أخرى لكي يبني تصنيفه على أساسها.

وتُعد المفاهيم مدخلًا، أو وسيلة لتصنيف الظواهر التي تحيط بنا، وهناك كثير من المفاهيم الأساسية التي تُعد أساسًا لمداخل برامج العلوم لمرحلتي رياض الأطفال والمدرسة الابتدائية، ومن هذه المفاهيم ما يلي:

١- كثير - قليل	٢- فوق - تحت	٣- صغير - كبير
٤- ناعم - خشن	٥- طويل - قصير	٦- صلب - سائل - غاز
٧- حار - بارد - دافئ	٨- صغير - أصغر	٩- صخر - معدن
١٠- المادة - الطاقة	١١- الخليط - المحلول	١٢- فقاريات - لافقاريات

وتنطوي عملية التصنيف على المهارات الفرعية التالية:

- تحديد الصفات التي تستخدم أساسًا لتصنيف بعض الأشياء.
- وضع نظام ذي مرحلة واحدة، أو عدة مراحل، لتصنيف مجموعة من الأشياء، وتسمية الصفات التي يُبنى عليها هذا التصنيف.
- وضع أكثر من نظام تصنيف متعدد المراحل لمجموعة من الأشياء ذاتها بحيث يخدم كل نظام غرضًا معينًا.

*** مثال:**

لديك المواد التالية: الحديد، والنحاس، والأكسجين، والهواء، والفضة؛ إن أفضل ميزة يمكن استخدامها لتصنيف هذه المواد هي:

(أ) الفلزات مقابل اللافلزات (ب) العناصر مقابل المخلوطات

(ج) العناصر مقابل المركبات (د) المركبات مقابل المخلوطات

[٣] التنبؤ Predicting:

في هذه المهارة يتم التنبؤ أو التوقع للأحداث أو الظواهر المستقبلية بناءً على الخبرات والملاحظات السابقة أو الاستنتاجات أو نتائج التجارب السابقة، وعملية التنبؤ وفعاليتها تعتمد على دقة وموثوقية النتائج والمعلومات التي يتم التوصل إليها مسبقا عن طريق الملاحظة والاستنتاج والقياس.

وعملية التنبؤ تبدو واضحة عندما يثق الفرد أو مجموعة من الأفراد باستنتاجاتهم المبنية على الملاحظات والخبرات السابقة في أي مجال.

ويجدر بنا أن نوضح الفرق بين التنبؤ والاستنتاج؛ حيث يعمل الاستنتاج على تفسير ظاهرة أو ملاحظة أو حدث معين أو أثر تلك الظواهر والملاحظات، ومثال ذلك زيارة أحد السدود المجاورة وملاحظة أن مستوى الماء قد ارتفع عن المستوى السابق؛ فإنك تستنتج أن الأدوية التي تصب في هذا السد قد جاءها مطر قريبا، أما التنبؤ فيعتمد على توقع ما سوف يحدث بناء على الخبرات والملاحظات السابقة.

*** مثال:**

إليك الجدول التالي الذي يبين العلاقة بين درجة الحرارة وطول قضيب من المعدن:

درجة الحرارة	١٠ م°	٣٠ م°	٥٠ م°	٩٠ م°
طول القضيب	٢٠٠سم	٢٠١ سم	٢٠٢ سم	٢٠٤سم

توقع ماذا يكون طول القضيب عند ٤٠ م° ؟

(أ) ٢٠١ سم (ب) ٢٠١.٥ سم

(ج) ٢٠٢ سم (د) ٢٠٣ سم

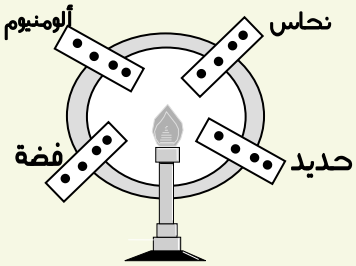
[٤] الاستنتاج Inferring:

هذه المهارة تتطلب من الفرد القدرة على شرح أو تفسير الملاحظات التي يلاحظها بناء على خبراته السابقة أو يتم التوصل إلى التعميمات وفهم العلاقات بين الظواهر والأحداث عن طريق عملية الاستنتاج، ويمكن تطبيق النتائج التي تم استنتاجها في مواقف أخرى.

ومهارة الاستنتاج تتطور بزيادة فرص الملاحظات؛ فكلما زاد عدد الملاحظات كان هناك زيادة في عدد الاستنتاجات المبنية على هذه الملاحظات؛ وبذلك قد يتوصل الفرد إلى تصحيح الاستنتاج الأساسي عندما يكون هناك تباين واضح في نتائج الملاحظات.

وعملية الاستنتاج لا تحتاج إلى وقت طويل لكي يتم إنجازها، بل قد تتم هذه العملية في وقت قصير وذلك يعتمد على خبرة الفرد وخلفيته عن الظواهر والأحداث.

*** مثال:**



استخدمت التجربة كما بالشكل لتحديد أي المعادن (حديد، ونحاس، وألومنيوم، وفضة) أجود في توصيلها للحرارة. وبعد فترة من التسخين سقطت إحدى الخرزات عن الفضة تلتها خرزة من الألومنيوم. عند هذا الوقت من التجربة يمكن القول:

(أ) الفضة أجود المعادن توصيلًا للحرارة

(ب) الألومنيوم أجود من النحاس والحديد والفضة

(ج) الفضة جيدة التوصيل للحرارة

(د) النحاس والحديد أقل جودة من الفضة والألومنيوم

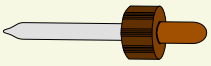
[٥] القياس Measuring:

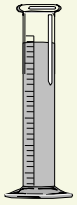
في عملية القياس يتم استخدام أجهزة وأدوات لقياس وإعطاء قيم كمية لصفات الأشياء المراد دراستها. وقد يتم أخذ القياسات أو القراءات بانتظام أو حسب ما يكون مخطط لها. وهذه المهارة تأخذ الطابع الكمي باستخدام أدوات القياس المختلفة كالمسطرة لقياس الطول والساعة لقياس الزمن والترمومتر لقياس درجات الحرارة والميزان لقياس الكتلة وغيرها من الأجهزة والأدوات.

وعملية القياس تحتاج إلى مهارة القياس وإلى مهارة معالجة المعلومات التي تم التوصل إليها رياضيًا وإحصائيًا لكي تصبح ذات معنى وتعطي نتائج صحيحة، وقد يكون هناك غموض في استخدام أدوات القياس أو اختيار أدوات القياس المناسبة أو في تحديد الوقت المناسب للقيام بعملية القياس؛ وعلى هذا الأساس فعملية القياس تتطلب اختيار الأداة المناسبة للغرض الذي اختيرت من أجله واختيار الوقت المناسب للقيام بعملية القياس.

*** مثال:**

لديك كأس ماء ومخبار مدرج بالسم٣، وقطارة والمطلوب منك أن تجد كم نقطة يوجد في ٠.٥ سم٣؛ فماذا تفعل ؟





(أ) نسكب الماء في المخبار إلى حد تعتقد أنه ٠.٥ سم٣.

(ب) نعد النقط اللازمة لملء المخبار إلى حافته وتقسم على ٣.

(ج) نعد النقط اللازمة لملء المخبار إلى إشارة ١سم٣ وتقسم على ٢

(د) نأخذ ملء قطارة من الماء ونضعه في المخبار ونجد أين يصل

[٦] الاتصال Communicating:

مهارة الاتصال عامل مهم لجميع المجالات؛ حيث يتم نقل نتائج الدراسات والمعلومات والمعارف وتوصيلها إلى الآخرين عن طريق وسائل الاتصال المختلفة مثل استخدام الكلمات المنطوقة والمكتوبة، واستخدام الرسوم التوضيحية والرسوم البيانية والمعادلات الرياضية. وفي الوقت الحاضر قد يستخدم الكمبيوتر كوسيلة اتصال حديثة بين العلماء في جميع المجالات وذلك عن طريق استخدام شبكات الإنترنت العالمية لتبادل المعلومات والمعارف ونتائج الدراسات والأفكار، وكذلك قد تستخدم الدوريات أو المجلات المتخصصة كوسيلة اتصال بين العلماء في مجالاتهم المختلفة؛ لأنها تحتوي على الكلمة المكتوبة والرسوم التوضيحية والبيانية والمعادلات الرياضية وغيرها.

وتتعدد أنماط الاتصال، ومنها:

- الصور Pictures: تمثل الصور أعظم وسائل الاتصال مع الأطفال؛ فالرسم بالقلم الرصاص، أو الطباشير يساعد الطفل على الوصول إلى الأفكار التي يصعب توصيلها إليه بوسائل الاتصال الأخرى. وقد لا تستطيع الصور أداء مهامها بصورة ملائمة خاصة كلما كان الطفل صغيرًا، وذلك لأن مهارات الرسم لديه لا تعبر عن الواقعية. ولكن الصور وإن كانت أكثر تجريدًا إلا أنها تساعد الطفل على التحدث عنها، وعلى المعلم كتابة عنوان ملائم للصورة المعروضة. أما الأطفال الأكبر سنًا فيمكنهم رسم صور جيدة، وكتابة تعليقات، وقصص تعبر عما تحويه رسومهم من معانٍ.
- النماذج Models: ويرتبط استخدامها ارتباطًا وثيقًا باستخدام الصور في الاتصال، فيمكن صنعها من الطين، أو الصلصال، أو الورق، أو الصناديق، أو علب الكرتون، أو أية مواد محلية متاحة. وهذه النماذج لا تسمح للطفل بالتوصل إلى الأفكار فقط، ولكنها تساعد أيضًا في استكشاف العلاقات المكانية ثلاثية الأبعاد. كما يمكن للطفل أن يُجري اتصالًا شفهيًا عند وصفه وشرحه لهذا النموذج. وكلما كان الطفل صغيرًا يجب تقديم نماذج مماثلة للأصل.
- الحركة Movement: وهي من أكثر وسائل الاتصال الملائمة للأطفال. فيمكن للطفل تقليد سلوك الحيوان؛ بتحريك جسمه من خلال قيامه بلعب الدور Role Playing، أو عرضه للأنماط المختلفة من الحركة؛ مما يساعدهم على تقصي الظواهر الطبيعية المرتبطة بعالمهم الذي يعرفونه. ولا تقتصر الحركة على جسم الطفل فقط، بل يمكن استخدام الصوت والتعبير بأصوات مختلفة، يحاكي فيها أصوات الكائنات الحية المختلفة.

*** مثال:**

فيما يلي جدول يوضح أطوال وأوزان ستة أشخاص:

الشخص	١	٢	٣	٤	٥	٦
الطول بالسم	١٢٠	١٢٥	١٥٠	١٦٥	١٨٠	١٩٥
الوزن بالكجم	٣٥	٤٠	٤٥	٦٠	٨٠	٨٥

ما أفضل سبب لعرض المعلومات أعلاه في جدول ؟

(أ) لأنه يتطلب تفسيرًا

(ب) احتمال وقوع الخطأ فيه أقل مما هو في فقرة وصفية

(ج) طريقة فعالة لإظهار العلاقات

(د) يظهر سبب كون الأشخاص الأطول ووزنهم الأكبر

[٧] استخدام علاقات الزمان والمكان Using Space and Time Relationships:

وفي هذه المهارة يتم تصور أو تخيل الأشياء والحوادث ومعالجتها، كذلك يتم التعامل مع الأشياء من حيث أشكالها ووقت ملاحظتها وقربها أو بعدها وحركتها أو سرعتها. وعلى هذا الأساس فإن مهارة استخدام علاقات الزمان والمكان ضرورية جدًا لتعلم الأطفال؛ لكي تسهل لهم عملية التعرف على الأشكال والمواقع.

فرؤية بحيرة أو سد من السدود القريبة من المدينة من مواقع مختلفة وفي أوقات مختلفة تعطي ملاحظات مختلفة وذلك باختلاف المكان والزمان؛ وهذا يؤكد أن استخدام هذه المهارة يؤدي إلى تنمية المهارات الأخرى.

وتستخدم العلاقات المكانية - كعملية - ثلاثة مفاهيم هندسية رئيسة كجزء من إجراءات جمع البيانات، وهي:

- الأشكال الهندسية الجامدة Solids: وهي من المفاهيم الهندسية الشائعة التي يجب أن يكون الطفل في رياض الأطفال والصف الأول الابتدائي على خبرة بها؛ وذلك لشيوعها في بيئته. ومن أمثلتها: الدائرة، المكعب، المربع، الهرم، المنشور، الأسطوانة، المخروط. فهذه الأشياء تُرى باستمرار في بيئة الطفل كالصناديق، والبلي، ومخروط الآيس كريم.. الخ.
- الأشكال الهندسية المستوية Plan: عندما يكتسب الطفل ألفة بالأشكال الجامدة، ويصبح في الصف الثاني الابتدائي يمكن تقديم المفاهيم الهندسية المستوية، فتقدم الأشكال المسطحة مرتبطة بالأشكال الجامدة المعروفة. إذ يمكن توضيح أن قاعدتي الأسطوانة دائرتان، والهرم مثلث الأوجه. ومن الأشكال الشائعة الأخرى الخماسي والسداسي والثماني، وبانتهاء الصف الثالث الابتدائي يجب أن يكون الطفل على دراية كافية بكل من الأشكال الجامدة والمستوية، ويمكن استخدامها في عمل الملاحظات.

[٨] استخدام الأرقام Using Numbers:

تعتمد مهارة استخدام الأرقام على توظيفها للعلاقات الكمية وهذا يعطيها صفة المهارة الرياضية. وكما ذكرنا سابقا في طبيعة العلم بأن الدقة من سمات العلم، لأنه يستخدم لغة واضحة في تعبيراته وهي لغة الرياضيات والتي تتميز بالدقة والتجريد، فمهارة استخدام الأرقام تساعد الطلاب على استخدام الأرقام عند التعبير عن ظاهرة أو ملاحظة فكرة معينة ومثال استخدام الأرقام في التعبير عن الدقة وعن النسبية وعن مستوى الدلالة وتناسب الظواهر بعضها مع بعض.

*** مثال:**

وعاء كبير يحتوي على ٥٠ كرة [٣٠ كرة سوداء، و٥ كرات زرقاء، و١٥ كرة حمراء] إذا اختار شخص معصوب العينين كرة واحدة من الوعاء، فإن احتمال أن تكون كرة حمراء:

(أ) ٥٠/٣٠ (ب) ٥٠/٥
(ج) ٥٠/٢٠ (د) ٥٠/١٥

- **ثانيًا: عمليات العلم التكاملية:**

وتشمل العمليات الآتية:

[١] التعريف الإجرائي Defining Operationally:

وفي هذه المهارة يتم إعطاء أو تقديم تعريف للأشياء أو الأحداث أو الظواهر، وهذا التعريف يتكون من جملة أو عبارة تصف هذه الأشياء أو الظواهر وصفا دقيقا، ويعطي الفرد معلومات كافية عما سوف يقوم به أو يلاحظه أو يعمله فيما يتعلق بالظواهر أو الأشياء حوله.

[٢] التحكم في المتغيرات Controlling Variables:

وفي هذه المهارة يتم التحكم في معالجة الصفات والخواص والتي تعمل على ربط الظواهر والأشياء والأحداث بهدف التعرف على الأسباب التي أدت إلى تلك العلاقات والنتائج، وتعد هذه المهارة مهمة جدًا بالنسبة للبحث والاستقصاء العلمي؛ حيث توجد عدة أنواع من المتغيرات التي يجب أن ينظر إليها أثناء القيام بأي نشاط بحثي ومنها:

- **المتغيرات غير المعتمدة [المستقلة] Independent Variables:**

وهي العوامل التي تؤثر في حالات أو تغير منها. فمثلًا: أعمار الطلاب (متغير مستقل) قد تؤثر في تحصيلهم الدراسي أو اتجاهاتهم نحو الدراسة أو عمل معين.

- **المتغيرات المعتمدة [غير المستقلة] Dependent Variables:**

وهي المتغيرات التي تتأثر أو تنشأ عن تأثير المتغير غير المعتمد، مثل تأثر التحصيل الدراسي (متغير معتمد) بالعوامل الأخرى مثل العمر والذكاء وغيره.

- **المتغيرات غير القابلة للتحكم Uncontrolled Variables:**

وهي المتغيرات أو العوامل التي لا يمكن التحكم فيها أو في تأثيرها على العوامل الأخرى.

*** مثال:**

رغبت سوسن في الكشف عن العوامل التي قد تؤثر على طول نبات الفاصوليا؛ لذلك وضعت بذور الفاصوليا في أوراق رطبة شفافة داخل عشرة أنابيب اختبار متشابهة، تم تقسيم الأنابيب إلى مجموعتين؛ حيث تم وضع خمسة أنابيب على حامل عند نافذة مشمسة، وخمسة أنابيب في ثلاجة مظلمة، وبعد أسبوع واحد تم قياس طول النبات في كل مجموعة.

ما المتغيرات التي قد تؤثر على طول نبات الفاصوليا ؟

(أ) درجة الحرارة والرطوبة (ب) الضوء ودرجة الحرارة

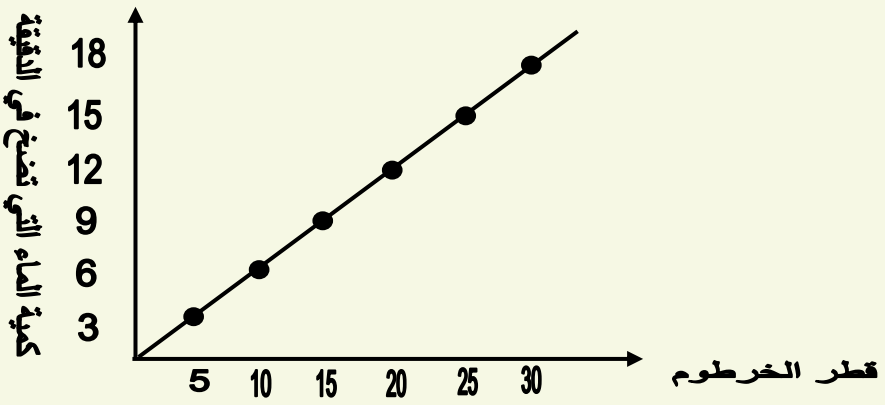
(ج) الرطوبة ومقدار الوقت (د) الضوء ومقدار الوقت

[٣] تفسير البيانات Interpreting Data:

وهذه المهارة تتطلب القدرة على تفسير النتائج وتوضيح ما توصل إليه مثل توضيح العلاقات بين الظواهر أو بين الأحداث المختلفة أو تنظيم الحقائق العلمية أو تلخيص معلومات جديدة؛ بهدف التوصل إلى تعميمات أو صفات عامة لتلك الظواهر، وتبدو هذه العملية واضحة عند استخدام الجداول والرسوم البيانية لتوضيح وتفسير البيانات أو للإجابة عن بعض الأسئلة المطروحة.

*** مثال:**

استعملت عدة خراطيم من حجوم مختلفة في ضخ الماء في بئر، وقد استخدمت نفس المضخة في كل خرطوم، والرسم البياني التالي يوضح هذه الدراسة



أي العبارات تصف العلاقة بين المتغيرين ؟

(أ) كلما زاد قطر الخرطوم كلما كثرت كمية الماء التي تضخ في الدقيقة

(ب) كلما كثرت كمية الماء التي تضخ في الدقيقة كلما زاد زمن الضخ

(ج) كلما صغر قطر الخرطوم كلما كثرت كمية الماء التي تضخ في الدقيقة

(د) كلما صغرت كمية الماء التي تضخ في الدقيقة كلما كبر قطر الخرطوم

□

[٤] فرض الفروض Hypothesizing:

يتم في هذا المهارة فرض تعميم للملاحظات أو الاستنتاجات والتي بالإمكان استخدامها لتوضيح وشرح مجموعة كبيرة من الظواهر الطبيعية أو الأحداث. هذه الفروض تحتاج

إلى التأكد من صحتها أو رفضها عن طريق الاختبارات. واختبار الفرض عبارة عن تعميم مبني على عدة ملاحظات وزيادة عدد الملاحظات قد تدعم الفرض أو لا تدعمه؛ وهذا يؤدي إلى الاستنتاج بأن الفرض يلي الملاحظة في الترتيب ويسبق صياغة القانون في أي دراسة أو بحث علمي.

*** مثال:**

لاحظ العلماء أن المناطق التي يكثر فيها البعوض هي المناطق التي توجد بها مستنقعات

أي العبارات تعتبر فرضًا مناسبًا ؟

(أ) كلما زاد عدد البعوض كلما زادت المناطق التي بها مستنقعات

(ب) كلما زادت المناطق التي بها مستنقعات كلما زادت نسبة الأمراض

(ج) كلما زادت المناطق التي بها مستنقعات كلما زاد عدد البعوض

(د) كلما زادت نسبة الأمراض كلما زاد عدد البعوض

[٥] التجريب Experimenting:

في عملية التجريب يتم التخطيط للقيان بمجموعة من النشاطات أو العمليات العلمية، وهذه النشاطات تساعد على اختبار صحة الفروض وذلك عن طريق التحكم في بعض العوامل المؤثرة على الظاهرة أو الحدث المراد دراسته. ويتم التحكم في المتغيرات المستقلة وملاحظة تأثير ذلك على المتغيرات التابعة ثم تفسير وتعميم النتائج على صور مقالات منشورة لكي تصبح في متناول الآخرين.

وتتم عملية التجريب على عدة مراحل، وهذه المراحل تبدأ بمرحلة الملاحظة والتي تؤدي بدورها إلى مجموعة من التساؤلات التي تبحث عن إجابة مقنعة، ثم يلي ذلك فرض الفروض وتحديد المتغيرات المختلفة، ثم صياغة التعريفات الإجرائية واختبار صحة الفروض وجمع المعلومات وتفسيرها وتعميم النتائج.

*** مثال:**

قام التلاميذ بتجربة في حصة العلوم؛ حيث قاموا بإسقاط أشعة من كشاف ضوئي على حاجز معدني على مسافات مختلفة، ثم قاموا بقياس مساحة البقعة الضوئية على الحاجز

تقاس مساحة البقعة الضوئية عن طريق:

(أ) قطر الكشاف الضوئي (ب) حجم بطاريات الكشاف الضوئي

(ج) مساحة الحاجز المعدني (د) قطر البقعة الضوئية

- **ملخص الفصل:**

استعرضنا في هذا الفصل عمليات العلم التي انقسمت إلى قسمين أساسيين: عمليات العلم الأساسية، وعمليات العلم التكاملية.

وشملت عمليات العلم الأساسية: الملاحظة، والتصنيف، والتنبؤ، والاستنتاج، والقياس، والاتصال، واستخدام علاقات الزمان والمكان، واستخدام الأرقام.

أما عمليات العلم التكاملية؛ فشملت: التعريف الإجرائي، والتحكم في المتغيرات، وتفسير البيانات، وفرض الفروض، والتجريب.

****