الفصل الثالث

عمليات العلم السببية (العلية)

Causal Science Processes

تتطور قدرة الطفل على استخدام العلاقات السببية المنطقية خلال سنوات المدرسة الابتدائية، إذ ينحو الطفل إلى الانتقال من الاستدلال قبل السببى Precausal إلى الاستدلال المنطقى Causal Reasoning Logical؛ ولذلك تركز العلوم وبرامجها على عمليات الاستدلالInference، والتوقع Prediction، والاستنتاج Conclusion؛ لتكون جوهرًا لفهم العلوم. ولكن قلما يحدث ذلك فى واقع دروس العلوم، إذ إنه لقيام أطفالنا بعمل استدلالات جيدة Good Inferences، وتوقعات قابلة للاختبار تجريبيًا Testable Predictions، واستنتاجات منطقيةLogical Conclusions، يلزم توفر مهارتين أساسيتين هما:

١- القدرة على تحديد السبب والنتيجة Cause & Effect.

٢- القدرة على تمييز النظام وتفاعلاته (مكوناته والعلاقة بينها).

وعلى الرغم من أن هاتين المهارتين لا تُدرجان ضمن عمليات العلم، فإن كلًا منهما تخضع لمحكات العملية المتمثلة فيما يلى (Finley,1983,P.48):

١- أن كل عملية عبارة عن مهارة عقلية خاصة يستخدمها العلماء، وهى قابلة للتطبيق والاستخدام لدراسة أية ظاهرة وفهمها.

٢- أن كل عملية عبارة عن سلوك يقوم به العلماء، وهو قابل للتحديد Identifiable، ومن ثم يمكن لأى تلميذ تعلمه.

٣- أن العمليات قابلة للتعميم Generalizable عبر مجالات المحتوى، وتسهم فى التفكير المرتبط بشئون الحياة اليومية.

ويُعد تعلم العمليات السببية أكثر صعوبة على الأطفال من تعلم العمليات الأساسية. وأول أسباب ذلك، النمو البطىء للسببية المنطقية Logical Causality، أما السبب الثانى فيتصل بطبيعة الظاهرة التى تُدرس. وبرغم ذلك فإن بعض العلاقات السببية تكون فى صورة محسوسة فى الطبيعة، ويمكن عرضها بيسر إلا أن كثيرًا منها لا يكون محسوسًا، ويجب الاستدلال عليه من أفعال الأشياء، أو من أفعال الظاهرة المستدل عليها.

وحتى نستطيع مساعدة الأطفال على تنمية قدراتهم الخاصة بالتعامل منطقيًّا مع نتائج النشاط فى العلوم، فقد اقترح بعض الباحثين تناول العمليات السببية على النحو التالى:

١ - التفاعل والأنظمة Interaction & Systems.

٢ - السبب والنتيجة Cause & Effect.

٣ - الاستدلال Inference.

٤ - التوقع Prediction.

٥ - الاستنتاج Conclusion.

أولا: التفاعل والأنظمة Interaction & Systems

التعريف:

يُعرّف النظام بأنه مجموعة الأشياء والظواهر التى تتفاعل معًا؛ وتُعرّف العلاقات بين (ضمن) أجزاء النظام المختلفة بالتفاعلات.

ومن أبسط النظم الموجودة "المروحة الورقية" التى تستخدم لتحريك الهواء بغرض تبريد وجه الشخص، فأجزاء هذا النظام عبارة عن:

المروحة الورقية – الذراع – اليد – الهواء – والوجه الذى بُرد، وفى داخل هذا النظام البسيط حدثت ثلاثة تفاعلات رئيسة، هى:

أ- تفاعل الذراع واليد مع المروحة.

ب- تفاعل المروحة مع اليد.

ج- تفاعل الهواء مع الوجه.

تقديم عملية التفاعل والأنظمة للأطفال:

تعتبر عملية التفاعل والأنظمة أساسًا لفهم باقى العمليات السببية، ولذا... يجب تقديمها للطفل كأول عملية من تلك العمليات إذ إنها تعطى الطفل الفرصة ليفحص النظام، ويختار الأجزاء المؤثرة فى حدوث الظاهرة، ثم ينسب الأشياء لتلك الظاهرة.

فلو تصورت أن طفلاً يفحص بندولًا متصلًا بقضيب للتدعيم بغرض تحديد ما يؤثر على عدد مرات تأرجح البندول فى الدقيقة، فمهمة الطفل الأولى هى تحديد طبيعة الأجزاء التى يتكون منها النظام مجال الدراسة، إذ يشتمل على كل من الثقالة، والوتر، والمدعم، واليد التى تجر البندول، هذا بخلاف ضوء الحجرة الموضوع فيها البندول، وجهاز ضبط الوقت الذى يستخدم معه، والشخص الذى يسجل عدد التأرجحات، وحتى القلم المستخدم للكتابة، ولكن برغم أهمية المكونات السابقة إلا أنها لا تسهم مباشرة فى حركة البندول.

وبمجرد أن يتم تحديد الأجزاء الفعلية التى تحدد النظام، يُحث الطفل على البحث عن أجزاء النظام التى تتفاعل مع بعضها البعض، إذ يتفاعل الوتر مع المدعم، ويتفاعل الوتر مع الثقالة، وتتفاعل الثقالة مع اليد.

أنماط الأنظمة:

توجد ثلاثة أنماط من الأنظمة ضمن عملية التفاعل والأنظمة تُصنف تبعًا لمحسوسيتها، وتتابع تقديمها زمنيًّا للطفل كما يلى:

أ- **الأنظمة المحسوسة Concrete Systems:**

هى أنظمة يمكن للأطفال التعامل معها بسهولة، إذ إنها ذات مكونات محسوسة يمكنهم رؤيتها بسهولة. ومن أمثلة هذه الأنظمة: البندول – الرافعة – الطائرة الورقية – وكرة القدم.

ب- **الأنظمة المحسوسة جزئيًّا Partially Concrete Systems:**

وتحتوى تلك الأنظمة على مكونات، بعضها أشياء محسوسة. ومن أمثلة تلك الأنظمة: المغناطيسية – الجاذبية – المصابيح – البطاريات– والشوكة الرنانة. ففى كل مثال من تلك الأمثلة يشتمل النظام على الأشياء التى يتكون منها، بالإضافة إلى شكل أو صورة من صور الطاقة؛ لأن الطاقة عبارة عن صورة غير منظورة أو مرئية، ويجب الاستدلال عليها من تفاعل تلك الأشياء، وهذه الأنظمة أكثر تجريدًا من الأنظمة المحسوسة.

ج- **الأنظمة غير المحسوسة Non Concrete Systems:**

وهى الأنظمة التى تشتمل على مكونات رئيسة تشكل الظاهرة، وتلك المكونات غير محسوسة، ومن الصعب شرحها بأشياء محسوسة؛ إذ إن تأثيراتها الرئيسة غير مرئية.

ومن أمثلة ذلك تأثير التيار المار فى سلك على المجال المغناطيسى، وتأثير الضوء على مقياس الأشعة Radiometer، فالطفل الذى يمكنه التوصل لمكونات مثل هذه النظم، وتوضيح كيفية تفاعل تلك المكونات، يكون قادرًا على الانتقال إلى العملية اللاحقة من عمليات العلم السببية (العلّية) ألا وهى عمليات السبب والنتيجة.

ثانيا: السبب والنتيجة Cause & Effect

التعريف:

يُمثل التمكن من مفهوم التفاعل والأنظمة السابق الإشارة إليه الخطوة الأولى صوب فهم مفهوم السبب والنتيجة. فلو استطاع الطفل أن يرى أن كلًّا من الوتر

والثقالة فى البندول يتفاعلان كأجزاء للنظام، عندئذ سيكون من السهل عليه الانتقال لتحديد أن إطالة الوتر ستؤثر فى نقص عدد اهتزازات البندول. ويستطيع – بسهولة – استبعاد المنضدة (الموضوع عليها البندول) من أن تكون سببًا (Phenomenistic Explanation)؛ لأن المنضدة ليست جزءًا من النظام، كما أنها لا تتفاعل مع البندول.

وعلى ذلك يتطلب فهم السبب والنتيجة ثلاث خطوات فعلية:

أولها: تحديد أجزاء النظام.

ثانيها: تحديد التفاعلات التى تحدث فى النظام.

ثالثها: تحديد تأثير تلك التفاعلات.

وعلى إثر ذلك يمكن تحديد السبب الذى يسهم فى إحداث النتيجة.

تقديم عملية السبب والنتيجة للأطفال:

يجب معالجة عملية السبب والنتيجة بنفس الطريقة التى سبق ذكرها فى معالجة التفاعل والأنظمة؛ إذ يجب التحول مما هو محسوس إلى ما هو مجرد، فمن السهل رؤية التفاعل الذى يحدث عندما تضرب الكرة الحديدية كرة خشبية، وتتحرك هذه الكرة من سكونها. ومن السهل أيضًا على الطفل أن يحدد أن الكرة الحديدية قد تسببت فى تحريك الكرة الخشبية، وذلك ما نقصده بتقديم السبب والنتيجة على المستوى المحسوس.

وفى المستوى الثانى، بينما الضوء يمر خلال المنشور، يمكن للطفل رؤية ألوان الطيف. فقد أُستخدم فى هذه المرحلة صورة من صور الطاقة وشيئًا محسوسًا. ويحتاج التفاعل هنا إلى استدلال؛ إذ إنه يمكن رؤية أثر التفاعل بسهولة.

وأخيرًا – على المستوى المجرد – يمكن أن نسأل الطفل عن سبب ارتفاع درجة الحرارة نتيجة التفاعل الكيميائى، فدرجة الحرارة قياس، وليست شيئًا محسوسًا،

ويمكنه رؤية نتيجة التفاعل الكيميائى، بينما لا يمكنه رؤية التفاعل نفسه، وهذا المستوى من تحديد السبب والنتيجة ينحو صوب التجريد المرتفع.

وتُعد القدرة على إدراك أن شيئًا ما هو سبب نتيجة معينة، البداية للقدرة الخاصة بعمل الاستدلال Inference.

ثالثًا: الاستدلال Inference

التعريف:

يعنى الاستدلال تفسير الملاحظات التى يتم عليها فى أثناء النشاط أو التجربة، وقد يكون الاستدلال عبارة توضح العلاقة بين أجزاء النظام، وعادة ما يكون فى صورة تفسير يقبل التغيير والتحوير، عندما تتجمع بيانات أكثر، أو يمكن أن توجد استدلالات متعددة لنفس الفئة من البيانات.

وقد يُطرح عدد من الاستدلالات، لتفسير ملاحظة معينة، أو مجموعة من الملاحظات، وقد تختلف هذه الاستدلالات من شخص لآخر، وعلى المربين ومعلمى العلوم أن يضعوا تلك الأفكار أمام الأطفال لمحاولة اختبارها، سواء بالقراءة الدقيقة أم بإجراء مزيد من النشاطات.

وقيام الطفل باختبار تلك الاستدلالات يجعله يتباهى بأنه يسلك سلوك العالم. ومن ثم يجب حث الطفل على أن يصبح مشاركًا فى كل العمليات الأساسية، وبخاصة طرح الأسئلة الإجرائية. ويؤدى نجاح الطفل فى مهارة الاستدلال إلى تهيئته للدخول إلى عملية التوقع.

رابعًا: التوقع Prediction

التعريف:

يُعد التوقع صورة خاصة من الاستدلال، إذ يحاول تحديد ما سيحدث مستقبلًا على أساس البيانات المتجمعة. أى أنه استقراء للمستقبل من المشاهدات الحالية.

وتختلف عملية التوقع كلية عن التخمين، فالتوقع يعتمد على البيانات أو على الخبرة السابقة، بينما التخمين لا أساس له من بيانات أو خبرات سابقة.

ويمكن لشخص ما أن يتوقع – بثقة – تبخر أربع بوصات ماء من وعاء خاص بعد ثمانية أيام؛ لأن معدل البخر قد عُرف بأنه نصف بوصة من هذا الوعاء فى اليوم الواحد.

أنماط التوقع:

١- التوقعات المحسوسة Concrete Predictions:

يجب أن يستخدم الأطفال موادًا محسوسة عند قيامهم بعمل هذا النمط من التوقع، إذ يمكنهم عمل التوقع – مباشرة – من البيانات التى قاموا بجمعها، فالحاجة لا تدعوهم لمزيد من القراءات حتى يمكنهم الوصول إلى التوقع المطلوب.

٢- التوقعات النظرية Theoretical Predictions:

تعتمد التوقعات النظرية على كل من:

أ- البيانات المستقاة من الخبرات المحسوسة مع قراءة مادة ما حول تلك البيانات.

ب- قراءة مادة ما فقط.

ففى الحالة (أ)، يستخدم الأطفال مواد مكتوبة لتدعيم ما اكتسبوه خلال الخبرة المحسوسة. فعلى سبيل المثال... فإن الأطفال يعملون فى درس عن الروافع، ثم يذهبون لقراءة كتاب ما لجمع معلومات قبل محاولة توقع ما سيحدث لو تغير وضع محور الارتكاز.

أما فى الحالة (ب)، فإن الأطفال يضعون توقعاتهم على أساس المواد النظرية التى اكتسبوها من القراءة فقط، أو أى مصدر لفظى. فمثلًا يمكن للأطفال القراءة عن

متطلبات التغذية الجيدة لدى الفئران، ومن ثم يتوقعون نوع الوجبة التى ستتسبب فى زيادة وزن الفأر إلى أقصى وزن فى فترة زمنية معينة.

اختبار الاستدلالات من خلال التوقع:

عندما نختبر الاستدلالات، تصبح التوقعات على درجة كبيرة من الأهمية. فمجرد عمل التوقعات يجب اختبارها، لتحديد صدقها Validity، وفى وقت محدد تحتاج توقعات الأطفال إلى اختبارها، وذلك من خلال القراءة، أو استخدام مواد محسوسة. وبمجرد اختبار التوقعات؛ يستطيع الأطفال تغيير الاستدلالات أو تعديلها على أساس من البيانات الجديدة.

خامسًا: الاستنتاج Conclusion

التعريف:

الاستنتاج – كالتوقع – يُعد حالة خاصة من الاستدلال. فكثير من الاستدلالات يمكن إجراؤها حيال نشاط ما، وبمجرد اختبار كل استدلال بوسائل التوقع والأنشطة المختلفة؛ يمكن حذف بعض الاستدلالات ومراجعتها وتعديلها، حتى نصل فى النهاية إلى استدلال واحد يصبح ملائمًا لكل البيانات، ويناسب التوقعات المختلفة، ذلك هو الاستنتاج؛ أى أن الاستنتاج يمثل الناتج النهائى للتوقع ولمراحل الاختبار المختلفة للبيانات.

والاستنتاجات أقل ميلًا للتغير من الاستدلالات؛ لأنها تقوم على كثير من الأدلة؛ إلا أنه فى بعض الأحيان قد يتجمع قدر من البيانات التى نحتاج – فى ضوئها – إلى مراجعة الاستنتاج وإعادة النظر فيه.

التجريد والعمليات السببية:

تبدو العمليات السببية الخمس أكثر اتجاهًا نحو صعوبة الاستخدام بالنسبة للأطفال عن العمليات الأساسية؛ لذا ... يجب أن تنمو تلك العمليات تدريجيًّا، من

خلال استخدام أشياء محسوسة. فالطفل يمكنه قياس طول وتر البندول ليصل إلى أنه ٢٠ سم، ويمكنه عدّ الاهتزازات ليصل إلى أنها ٦٠ اهتزازة فى الدقيقة. كما يمكنه زيادة طول الوتر إلى ٦٠ سم. ويستطيع حينئذ عدّ ٣٠ اهتزازة فى الدقيقة؛ بمعنى أن الطفل يقيس مباشرة الطول وعدد الاهتزازات فى الدقيقة.

ونظرًا لأنه يجب على الطفل أن يستدل من البيانات السابقة على ما يوصله إلى العلاقة بين طول الوتر وعدد الاهتزازات؛ أى يقوم بعمل استدلال ما، وهو ما يمثل محور الصعوبة عند الطفل. فالاستدلال هنا ليس عملية محسوسة، ولكنه نتاج لعملية معرفية Cognitive Process؛ وهذه العملية تُعد تجريدًا.

ويختلف تحديد السبب والنتيجة عن عملية الاستدلال، من حيث كون السبب والنتيجة مهارة معرفية Cognitive Skill ضرورية لنمو قدرة الطفل على استخدام العمليات التجريبية، وهى عملية مهمة لتنمية قدرة الطفل على كتابة الفروض العلمية.

ونظرًا للطبيعة التجريدية لعمليات السبب والنتيجة، فسوف يجد الأطفال صعوبة فى استخدامها؛ ولذا... يجب الانتقال من الحالات المحسوسة إلى الحالات المجردة. مع إتاحة الوقت أمام الأطفال لتنمية قدراتهم عبر المستويات المحسوسة المختلفة.

تدريس المحتوى والعمليات السببية:

يمثل استخدام صور السببية المختلفة لب المسعى العلمى؛ إذ تُكتسب المعلومات العلمية من خلال الاستدلال والتوقع وتحديد السبب والنتيجة؛ ولذا... يجب أن يستخدم الأطفال هذه العملية فى اكتساب المعلومات. فبدلًا من أن يقرأ الطفل عن صفات الثدييات، وأسباب تصنيفها ضمن الحيوانات، يمكنهم إجراء العمليات التالية:

١- ملاحظة الخصائص الظاهرية لثدييات صغيرة حقيقية.

٢- الاستدلال على الخصائص الرئيسة للثدييات.

٣- القراءة لإيجاد خصائص الثدييات التى لم يلاحظها مباشرة.

٤- توقع الحيوانات (من القائمة المعطاة له بأنواع مختلفة) التى يمكن أن تُصنف على أنها ثدييات.

٥- اختبار التوقعات الخاصة بتصنيف الحيوانات، ثم البحث بعد ذلك عن التصنيف الصحيح فى الكتب.

٦- تكوين استنتاجات توضح الخصائص المستخدمة لتصنيف الحيوانات الأخرى، واختبار تصنيفاته.

ومن هنا يتضح أن استخدام العمليات السببية لتدريس المحتوى يمثل أسلوبًا يحث الطفل على بناء معلوماته – بصورة شخصية – تعتمد على ذاته وقدراته؛ ومن ثم تتسق المعارف التى يتوصل إليها مع معلوماته السابقة، ومع مستوى نموه المعرفى والمهارى.

أنشطة تعليمية:

نشاط رقم (١٣):

يتضمن كل نشاط من الأنشطة التعليمية التالية واحدة أو أكثر من العمليات السببية. حاول أن تنفذ كل نشاط من تلك الأنشطة؛ لزيادة قدرتك على استخدام تلك العمليات؛ وتنمية فهمك لكل عملية تقوم بها.

*ابحث موضوعين من الموضوعات الموضحة فى الإطار التالى، وبعد أن يكتمل بحثك لها، أجب عن الأسئلة التالية للإطار:

١-كيف يعمل جهاز التليفزيون؟
٢-كيف يسمع الإنسان الأصوات؟
٣-كيف يهضم الإنسان الطعام؟
٤-كيف تعمل كاميرا التصوير؟
٥-ما الذى يسبب الزلزال ؟

أ- ما أجزاء النظام المختلفة؟

ب- ما التفاعلات التى حدثت بين تلك الأجزاء؟

ج- أى أجزاء النظام اشتركت مباشرة فى التفاعلات؟

نشاط رقم (١٤):

*حاول تنفيذ هذا النشاط مع مجموعة من أطفال الصف الرابع أو الخامس، من خلال طرح الموقف المعروض فى الإطار، مراعيًا الملاحظات التالية له.

الموقف:

"لكى نمنع الحشرات من أن تأكل المحاصيل الزراعية كالذرة والقمح والشعير والخضروات المختلفة، عمد الفلاحون إلى رش هذه الحشرات بالمبيدات الحشرية السامة لقتلها. ولكن وجد العلماء الآن أن بعض الحشرات أصبحت مقاومة لبعض السموم المستخدمة؛ ولم تستطع المبيدات إبادة الحشرات تمامًا. ماذا سيحدث لو لم تُقتل كل الحشرات التى تأكل المحاصيل الزراعية عند استخدام المبيدات؟".

١-وجه للأطفال سؤالًا فى البداية تحاول من خلاله استرجاع خبراتهم السابقة أو خلفيتهم العلمية.

٢-سجل التوقعات التى يطرحها الأطفال.

٣-حدد ما يستطيع الأطفال توقعه.

٤-ما الدليل الذى تقدمه من خلال مقابلاتك مع الأطفال على أنهم غير قادرين على استخدام علاقات السبب والنتيجة بسهولة ؟

نشاط رقم (١٥):

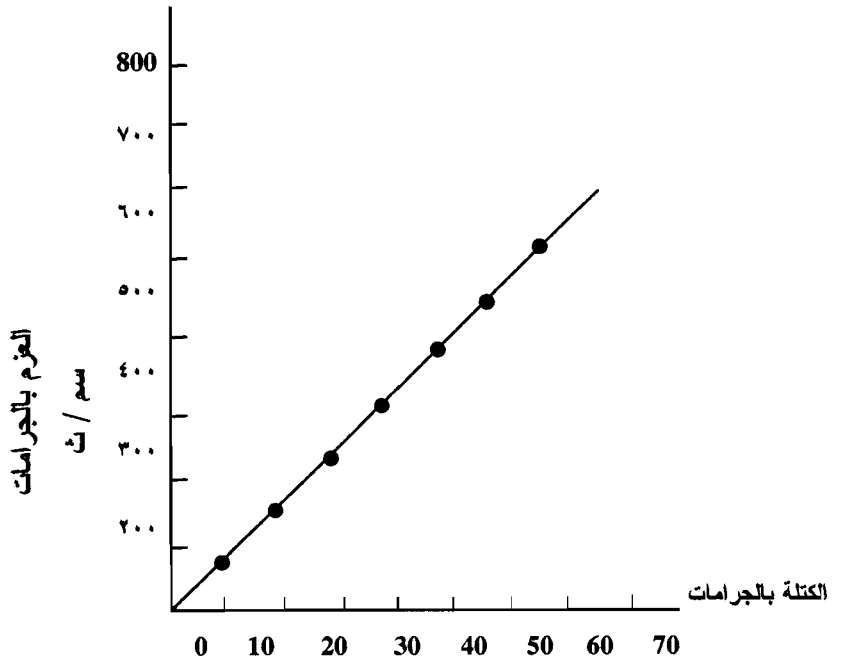
افحص البيانات الموجودة فى الجدول التالى ثم أجب عما يلى:

١- ما الاستنتاجات التى يمكنك الوصول إليها من البيانات المطروحة؟

٢- قام كيميائى بخلط محلولين، ليحصل على لون أصفر. وقد كرر التجربة عدة مرات فى درجات حرارة مختلفة... ما الاستنتاج الذى يمكنك التوصل إليه من الجدول؟

درجة الحرارة بالسيلزيس	١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠
وقت التفاعل بالثانية	٩٦	٧٣	٦٩	٥٠	١٠	٩	١٠	١٠

٣- المنحنى الموضح يبين كتلة شىء ما رُسم مقابل عزمه، ويمثل الخط البيانى المتكون السرعة. ما الذى يوضحه الخط البيانى عن العلاقة بين العزم والكتلة ؟



نشاط رقم (١٦):

(هذا النشاط يحتاج إلى استعمال بندول وساعة إيقاف).

*قم بإجراء تجربة تسجل فيها عدد مرات تأرجح البندول كلما زاد طوله بمعدل ثابت فى كل مرة. ابدأ بأخذ طول للبندول قدره ٢٠ سم، واجعل البندول يهتز اهتزازًا حرًّا، سجل عدد الاهتزازات الكاملة فى زمن قدره ٣٠ ثانية.

*كرر ما سبق بعد زيادة طول البندول إلى ٣٠ سم.

*كرر ما سبق بعد زيادة طول البندول إلى ٤٠ سم.

*سجل القراءات التى حصلت عليها فى الجدول التالى.

طول البندول	القراءات عند أطوال ٢٠، ٣٠، ٤٠ سم	التوقع من خلال الجدول عند أطوال ٢٥، ٣٥، ٤٥ سم	التوقع من خلال المنحنى عند ٢٥، ٣٥، ٤٥ سم	القراءات عند أطوال ٢٥، ٣٥، ٤٥ سم
٢٠ سم				
٢٥ سم				
٣٠ سم				
٣٥ سم				
٤٠ سم				
٤٥ سم				

*انظر إلى الجدول وبه القراءات التى حصلت عليها، وتوقع عدد الاهتزازات عندما يكون طول البندول ٢٥، ٣٥، ٤٥ سم.

*ارسم منحنى بيانيًا يمثل العلاقة بين طول البندول وعدد الاهتزازات كل ٣٠ ثانية. ثم استعمل هذا المنحنى لتوقع عدد الاهتزازات عند طول ٢٥، ٣٥، ٤٥ سم للبندول.

*قارن القيمة التى توقعتها عن طريق الجدول بالقيمة التى توقعتها عن طريق المنحنى البيانى.

ملاحظة:

كلما قل الفرق بين القيمتين السابقتين؛ ازدادت الثقة فى قدرتك على التوقع.

-والآن جاء دورك لتختبر عملية التوقع التى قمت بها لعدد اهتزازات البندول

عند أطوال ٢٥، ٣٥، ٤٥ سم، وذلك عن طريق القيام بالتجربة فعلًا، وتسجيل عدد الاهتزازات عند هذه الأطوال فى العمود المخصص لها فى الجدول.

-قارن القراءات الفعلية بالقيم التى توقعتها، أهى قريبة أم لا ؟ وما مدى صحة توقعاتك ؟

*قارن توقعاتك بتوقعات أحد زملائك.

- ولعله من المناسب قبل اختتام هذه النقطة أن نقف على الفرق بين الملاحظة، والتوقع، والاستنتاج من خلال توضيح العلاقة بينهم. فالملاحظة: معلومات نحصل عليها من خلال حواسنا، و الاستنتاج تفسير لتلك الملاحظة، أما التوقع: فهو تخيل سابق لما ستكون عليه الملاحظة فى المستقبل.

نشاط رقم (١٧):

تُعد الرسوم التوضيحية والصور، سواء أكانت ساكنة أم تعبر عن حركة نماذج ممتازة لتنمية مهاراتك على عمل الملاحظات والاستدلالات.

الرسوم الموضحة فى الشكل التالى عبارة عن تجربة تمت فى ثلاث خطوات:

الخطوة الأولى:

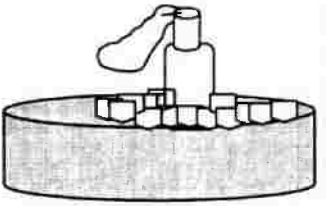
وُضعت زجاجة فى إناء به مكعبات من الثلج إلى أن أصبحت باردة، ثم ثُبت على فوهتها بالون.

الخطوة الثانية:

نُقلت الزجاجة من الثلج إلى منضدة، ثم تُركت لمدة ٥ دقائق على المنضدة فى الغرفة حتى اكتسبت درجة حرارة الغرفة.

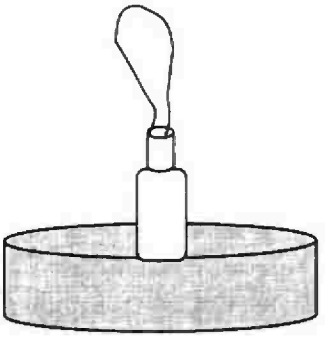
الخطوة الثالثة:

وُضعت الزجاجة فى إناء به ماء يغلى، وتُركت لمدة ٣ دقائق.



(١)

(٢)



(٣)

-بناءً على الرسوم التوضيحية فى الشكل السابق، اكتب مجموعة من ملاحظاتك الإضافية التى تساعدك على التحقق من صحة استنتاجك.

قارن إجابتك مع أحد زملائك.

ملخص

تُعد العمليات السببية أولى العمليات العلمية التى يتحول خلالها الطفل من التعامل مع الأشياء المحسوسة إلى التعامل مع المجردات. ونتيجة للتعامل مع هذا التجريد يحتاج الطفل إلى مستوى معين من النضج فى تفكيره. وقد حدد "بياجيه" بداية مستوى النضج هذا فى حوالى سن العاشرة، وقبل هذا المستوى العمرى قد يُجرى الطفل علاقات "قبل سببية"، وقد يفكر خلالها الأطفال فى كل شىء كأنه كائن حى، أو من صنع الإنسان، أو أنه شىء سحرى. وأخيرًا، وبمجرد أن يتخلص الأطفال من النزعة لاستخدام العلاقات قبل السببية؛ فإنهم قد يجدون صعوبة فى التعرّف على أن الأشياء يجب أن تتفاعل مباشرة مع المؤثرات التى قد تحيط بها، وتؤثر فيها.

ولذلك يجب أن يهتم المربون بالتعرض للعمليات السببية؛ الأمر الذى يساعد الأطفال على تنمية قدراتهم على استخدام عمليات التفكير المنطقى بصورة أكثر إيجابية، ويجب أن يتحرك عرض العمليات السببية من الصور المحسوسة إلى الصور المجردة – كمعظم مواقف تدريس العلوم وتعلمها – ولذلك يجب أن يتعامل الطفل مع الشىء أولًا ثم يفكر فيه بعد ذلك.

ويمكن للمعلم أن يقرن بين كل من العمليات الأساسية والسببية لكى يقوم بتدريس المحتوى التعليمى فى العلوم من خلال استخدام الأنشطة المختلفة. كما يجب أن ينمى قدراته على استخدام العمليات السببية بحيث يسمح للأطفال بمتعة استخدام التجربة، وفهمها كأسلوب لتعلم العلوم.