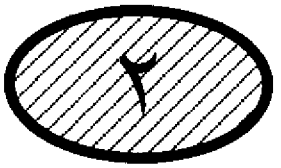


الوحدة الثانية

تسريع نمو التفكير العلمي

الفصل الأول : تدريس العلوم من أجل مسارعة التفكير العلمي

الفصل الثاني : تشجيع التعليم الذاتي

الفصل الثالث : تدريس العلوم لتطوير عمليات التفكير المجرد

الفصل الأول

تدريس العلوم م أجل مسارعة نمو مهارات التفكير العلمي

لقد صمم برنامج لتسريع نمو مهارات التفكير العلمي وجرب في ثمانية مدارس شاملة اختيرت بطريقة عشوائية في بريطانيا وقد أشرف على هذا المشروع التجريبي الذي استمر العمل فيه قرابة عشر سنوات كل من فيليب ايدي Philip Adey ومايكل شاير Michel Shayer . ويقضي هذا المشروع أن تتعرض المجموعة التجريبية إلى طريقة التدريس الجديدة مدة سنتين بين سن ١١ ـ ١٤ سنة، وقد دلت نتائج التجربة أن المجموعة التجريبية حصلت على نتائج أفضل من المجموعة الضابطة في امتحان شهادة الدراسة الثانوية العامة الذي يعقد في نهاية المرحلة الثانوية أي بعد سنتين أو ثلاث سنوات من التعرض لطريقة التدريس الجديدة. ويبين الجدول أدناه نتائج المجموعتين التجريبية والضابطة للبنين والبنات لعامي ١٩٩٠، ١٩٨٩ في كل من العلوم والرياضيات واللغة الانجليزية[١]

	بنين ١٩٨٩		بنات ١٩٩٠	
	التجريبية	الضابطة	التجريبية	الضابطة
العلوم	٪٤١,٧	٪١٢,٨	٪٥٠,٠	٪٣٣,٣
الرياضيات	٪٤٩,١	٪١٦,٤	٪٥٥,١٦	٪٤٢,٤٢
اللغة الانجليزية	٪٤٤,٦	٪٦١,١	٪٨٥,١٨	٪٥٨,٦

جدول (٢ ـ ١) يبين النسبة المئوية للطلبة الذين حصلوا على تقدير (ج) فما فوق في امتحان الثانوية العامة البريطانية.

---

(١) The Daily Telegragh, No. 42261, May 9, 1991, London & Manchester. by Ed. John Clare.

ومن الجدير بالذكر ان هذه النتائج لم تنتج عن إعطاء المجموعة التجريبية مادة علمية إضافية أو تعليمهم بواسطة معلمين متميزين فإن المعلم نفسه كان يدرس المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية. والعامل المتغير الوحيد الذي تعرضت له المجموعة التجريبية هو إضافة حصة مدتها ساعة ونصف مرة واحدة كل أسبوعين تتعرض فيها المجموعة إلى أنشطة علمية تهدف إلى تنشيط التفكير.

لقد بنى الباحثان مشروعهما التجريبي على نتائج الأبحاث التي نشرت في السبعينات حول تطوير عمليات التفكير العلمي عند الأطفال في بريطانيا التي دلت على أن واحداً من خمسة طلاب فقط في سن ١٤ سنة استطاع أن يطور مهارات العمليات العلمية اللازمة لاستيعاب منهاج العلوم في المرحلة الثانوية، وفي سن ١٦ سنة تصل النسبة إلى واحد من كل ثلاثة طلاب. وهنا تساءل الباحثان هل يمكن زيادة هذه النسبة أو بعبارة أخرى هل يمكن تسريع النمو في التفكير أو زيادة تسارع نمو المهارات الفكرية عند الأطفال؟

وقد استفاد الباحثان من نظرية بياجية المعروفة في تطور عمليات التفكير عند الأطفال التي تفيد بأن الأطفال يستخدمون عمليات التفكير المادي الحسي بين سن السابعة أو الثامنة إلى الثانية عشر وفي مكان ما بين سن الثاني عشر وسن الثامنة عشر يتمكن الأطفال من استخدام عمليات التفكير المجرد. لذا فإن الطلاب دون سن الثانية عشرة لا يستطيعون تفسير الظواهر ويستطيعون وصفها فقط والتعامل مع عدد محدود من المتغيرات. ولكن مجرد دخولهم في مرحلة التفكير المجرد فإنهم يتمكنون من التعامل مع المشكلات التي تشمل عدة متغيرات، كما يستطيعون تفسير الأصوات والظواهر. وحسب نظرية بياجية فان الطفل يمر بنقلة نوعية حادة نوعاً ما عندما ينتقل من مرحلة التفكير الحسي إلى مرحلة التفكير المجرد. ويمكن تشبيه ذلك بمبدل السرعة في السيارة. فإذا أردت أن تزيد من سرعة السيارة فإنك تنقل مبدل السرعة من الغيار الثالث إلى الغيار الرابع مثلاً. أما إذا بقيت على الغيار الثالث فإن السرعة لن تتجاوز حداً معيناً مهما زدت من الضغط على دعسة البنزين، لا تتجاوز ذلك الحد إلا إذا نقلت مبدل السرعة إلى الغيار الرابع.

والسؤال الذي طرحه الباحثان كيف يمكن نقل الطلبة من مرحلة التفكير الحسي إلى مرحلة التفكير المجرد في وقت مبكر؟ إذن كان هدف الباحثين أن يبينا للمعلمين أن بامكانهم مساعدة الطلبة في تخطي حاجز التفكير المجرد في وقت مبكر بدلاً من الانتظار حتى يصل

الطلبة إليه بأنفسهم في وقت أطول أي أن سن الدخول في مرحلة التفكير المجرد ليس سناً صعباً لا يمكن تغييره. وقد اختار الباحثان مادة العلوم حيث صممت (٣٠) نشاطاً يستدعي كل نشاط منها أن ينخرط الطلبة في حل عدد من المشكلات. ويقول الباحثان أنه يمكن استخدام أي مبحث دراسي آخر للقيام بالمهمة نفسها.

وقد اختار الباحثان عينة عشوائية من ١٨٠ طالباً من سن ١١ ـ ١٢ سنة في المجموعة التجريبية دون أن يعرف هؤلاء الطلبة أنهم سيكونون في وضع تنافسي مع مجموعة أخرى. حيث قام هؤلاء الطلبة بالأنشطة خلال سنتين. وقد أشرف على هذه الأنشطة ١١ معلماً دربوا خصيصاً على أسلوب لتنمية مهارات التفكير العقلي. وبعد انتهاء البرنامج بثلاث سنوات تقدم الطلبة إلى امتحان الثانوية العامة البريطانية كسائر الطلبة وقورنت نتائجهم بنتائج المجموعة الضابطة التي تتكون من ١٨٠ طالباً أيضاً من المدارس نفسها. وكانت النتائج كما هو مبين في الجدول (٢ ـ ١)، ومن الملاحظ أن التحسن لم يقتصر على العلوم بل تعداه إلى المباحث الأخرى مثل الرياضيات واللغة الانجليزية كما هو واضح من الجدول المذكور. وسوف نناقش فيما يلي مكونات الأنشطة الرئيسة ولكن الأهم من ذلك هو المعلم الذي سيقوم بتعليم هذه الأنشطة إذ لا بد أن يدرب على كيفية تنمية المهارات العقلية وكيفية تنفيذ هذه الأنشطة.

لقد أطلق الباحثان على المشروع اسم «تسريع النمو العقلي من خلال التربية العلمية» Cognitive Acceleration Through Seience Education (CASE) . وقد بني المشروع على النموذج النفسي لبياجية الذي ينص على أن تغييراً نوعياً يحصل في البنية الفكرية للانسان في وقت ما بين سن ١٢ سنة وسن ١٨ سنة أو باصطلاح بياجية ينتقل الفرد من عمليات التفكير الحسي Concrete Operational الى عمليات التفكير المجرد Formal Operational . وقد يكون من المناسب أن نعطي فكرة موجزة عن عمليات التفكير الحسي والتفكير المجرد لكي توضح كيفية الربط بين أنشطة المشروع وبين النموذج.

يعتقد بعض التربويين خطأ أن عمليات التفكير الحسي مرتبطة ارتباطاً مباشراً بالأنشطة العملية والخبرات الحسية التي يمر بها الطالب. فعمليات التفكير الحسي عبارة عن عمليات فكرية يجريها الفرد بناء على ادراكه الشخصي لما حوله من ظواهر ومتغيرات وتأثيرات. وان الادراك الشخصي يمكن ان ينشأ عن الخبرات العملية التي يمر بها الفرد، ولكنه في الوقت

ذاته يمكن أن ينشأ عن القراءة والمطالعة والمشاهدة والاستماع إلى خبرات الآخرين. ومن الخصائص الهامة لعمليات التفكير الحسي أنها تلائم التعامل مع عدد محدود من المتغيرات وتمكن الطالب من وصف الأحداث فقط ولا تمكنه من تفسيرها أو تعليلها.

أما عمليات التفكير المجرد فإنها تسمح للفرد بالتعامل مع عدة متغيرات وتمكنه من تفسير الأحداث وتعليلها.

ولكن آلية تطور البنية العقلية للفرد وانتقاله من عمليات التفكير الحسي إلى عمليات التفكير المجرد غير معروفة بالضبط. بل إن بياجية نفسه لم يوضح ذلك. وقد اكتفى بياجية بوصف ذلك بدلالة التفاعل بين الفرد والبيئة المحيطة به. ومهما كان السبب فإن البنية العقلية للفرد تتأثر بالعوامل الوراثية وبعوامل التغذية وكذلك بالعوامل الطبيعية والبيئة المحيطة به. ولا شك أن المدرسة وأساليب التدريس تعد جزءاً من العوامل البيئية التي تؤثر في تطور البنية العقلية للفرد. ورغم انه لا يوجد دراسات معتمدة تحدد النسبة المئوية لأثر كل من العوامل السابقة على تطور البنية العقلية للفرد إلا أنه يمكن الافتراض ـ بقدر كبير من المعقولية ـ أن المدرسة وأساليب التدريس فيها لها دور هام في تطور البنية المعرفية للفرد. وعلى هذا الافتراض بني مشروع تسريع النمو المعرفي من خلال التربية العلمية المشهور بمشروع (كيس (CASE).

ويتلخص الهدف النهائي للمشروع في تشجيع تطور التفكير من مرحلة العمليات المادية أو الحسية إلى مرحلة العمليات المجردة. الأمر الذي يعد أمراً هاماً بالنسبة لمعلمي العلوم. إذ أنه يصعب على الطالب استيعاب منهاج العلوم في المرحلة الثانوية ما لم يتمكن من الدخول في مرحلة العمليات الفكرية المجردة التي تتميز بالخصائص التالية:

- ضبط المتغيرات واستبعاد المتغيرات غير المرتبطة بالموضوع المعني.
- النسبة والتناسب.
- التوازن.
- الاحتمالات والعلاقات الارتباطية.
- استخدام النماذج المجردة للتفسير والتنبؤ.

ومن المعايير التي وضعها المنهاج الوطني في بريطانيا لاجتياز امتحان الثانوية العامة (GCSE) في العلوم تمكن الطالب من استخدام عمليات التفكير المجرد المذكورة آنفاً[1].

وتدل الدراسات المتوفرة في انجلترا وويلز على طلاب من سن ١٤ سنة ان ٢٨٪ منهم أظهروا القدرة على استخدام العمليات الفكرية المجردة[2].

وهـذا يعني أن غالبية الـطلبة سوف يدخلون إلى المرحلة الثانوية وهم عاجزون عن استيعـاب منهـاج العلوم واجتياز امتحـان الثـانوية العامة في مادة العلوم. لقد كانت هذه المعلومـات حافـزاً للباحثين لكي يدرسوا امكانية رفع السوية الفكرية للطلبة قبل دخولهم المرحلة الثانوية ليتمكنوا من التهيؤ لدراسة منهاج العلوم. لذا فإن أنشطة المشروع مصممة لتحقيق هذه الغاية.

ويركز كل نشاط من أنشطة المشروع على أحدث خصائص عمليات التفكير المجرد في العلوم. ويبدأ عادة النشاط بخبرة عملية تتطلب عمليات التفكير المادي أو الحسي فقط، ويقصد من ذلك تمكين الطلبة من التعرف على المشكلة والمصطلحات المستخدمة فيها ضمن مستويات التفكير المألوفة لدى الطلبة؛ ثم يتعرض بعدها الطلبة إلى خبرات تستدعي مستـويات أعلى من التفكير؛ وبعـد أن يكـون الـطالب قد تعـرف على المشكلة وعلى المصطلحات المتضمنة فيها والمفاهيم العلمية ذات العلاقة يصبح في وضع يستدعي ان يكيف مستويات تفكيره ويرفعها إلى مستوى أعلى حتى يتمكن من التعامل مع المشكلة.

ويهدف كل نشاط من هذه الأنشطة إلى مساعدة الطلبة في تنمية بعض مهارات التفكير الـلازمة لاستيعاب منهاج العلوم في المرحلة الثانوية. أما المستوى العقلي الملائم لهذه الأنشطة فيعتمد على قدرات الطلبة، ويمكن القول بشكل عام أنها مناسبة للطلبة بين سن ١٢ ـ ١٥ سنة.

وتتكون المواد التعليمية للمشروع مما يلي:

---

(١) Adey, P. Shayer, M. & Yates, C, Thinking of Science Mricmillan, 1989 p. 1-20.

(٢) المرجع السابق نفسه صفحة ٢.

دليل المعلم، دليل قيم المختبر، حقيبة الطالب، ويتكون دليل المعلم من العناصر التالية:

١ ـ **المقدمة**: وتتضمن ما يلي: أهداف النشاط، وتوضيح النقاط الأساسية التي ينبغي التركيز عليها، وتزود المعلم بقائمة مختصرة بالمواد اللازمة لاجراء النشاط. أما التفصيلات فتترك لدليل قيم المختبر.

- أهداف النشاط بصياغة واضحة ومحددة.
- قائمة مختصرة بالمواد اللازمة، حيث تركت التفصيلات لدليل قيم المختبر.
- توضيح يبين النقاط الأساسية التي ينبغي التركيز عليها.
- اجراءات تنفيذ النشاط على شكل خطوات مختصرة تهدف لتذكير المعلم بما ينبغي عمله في أثناء الحصة.
- شرح مفصل لاجراءات تنفيذ النشاط وينبغي أن يدرسها المعلم قبل المشروع في الحصة.

٢ ـ **حقيبة الطالب** وتتكون من:

- صحيفة العمل ويمكن تصويرها على عدة نسخ ويستعملها الطالب لتدوين ملاحظاته ونتائج قياساته وتجاربه.
- بطاقة العمل وتعطي ارشادات لحل المشكلة ولا يدون عليها شيء بل ينبغي المحافظة عليها لاستعمالها مرة أخرى.
- بعض الشفافيات أو الشرائح أو الصور.

اسلوب التدريس: إن أسلوب التدريس في مشروع تسريع نمو التفكير العلمي يعد قضية أساسية ولا يمكن تحقيق الأهداف التعليمية المتوخاة منه دون تعلم أسلوب التدريس المناسب. لذلك فان المعلمين يحتاجون إلى تدريب خاص لادارة الأنشطة والخبرات العملية حيث يقوم الطلبة بالتجريب والمشاهدة وتدوين النتائج والملاحظات ويبحثون بأنفسهم للوصول إلى النتيجة النهائية للنشاط. ويجب أن لا يغيب عن ذهن المعلم وهو في حصة النشاط من ان الهدف الأساسي هو تنمية تفكير الطلبة وليس تحصيل المعرفة ولا الحصول على نتيجة معينة من النشاط. ويتم تحقيق هذا الهدف من خلال ما يلي:

المناقشات الصفية:

وتجري المناقشات الصفية على ثلاث مراحل: قبل إجراء التجربة وفي أثناء التجريب وبعد إنهاء التجريب، ويجب أن يكون المعلم في خلال كل ذلك أكثر من مصدر للمعلومات والادارة، وأكثر من مسهل وميسر لعملية التعلم بل ينبغي أن يكون موجهاً للأنشطة والمناقشات التي تلعب دوراً هاماً في تنمية التفكير.

معظم الأنشطة كما أسلفنا تبدأ بخبرات عملية مباشرة؛ تهدف إلى تعويد الطلبة على الأدوات والأجهزة وتعريفهم بالمصطلحات والمفهومات المستعملة ووضعهم في السياق العملي. ويتعرض دليل المعلم إلى المفهومات والمصطلحات والمدلولات الجديدة وينبغي على المعلم فهمها وتعويد الطلبة على استعمالها حتى تنمو معانيها في عقولهم.

إن إيجاد لغة تفاهم مشتركة بين المعلم والطلبة قضية هامة لها دور حاسم في تنمية التفكير عند الطلبة. إن تكوين لغة التفاهم يستدعي من المعلم في أثناء المناقشات وفي أثناء العمل أن يطرح كثيراً من الأسئلة على الصف بمجموعه وعلى المجموعات الفرعية وعلى كل طالب بمفرده لتوضيح المفهومات وتحديدها. هناك بعض النقاط التي تستدعي أن يجمع المعلم جميع الطلبة ليلخصها لهم أو يوضحها أو يركز عليها إلى سلوك معين. ويجب أن يترك وقت كاف في نهاية الحصة ليلخص المعاني الرئيسة التي تم التوصل إليها والمفهومات الجديدة التي تم تعلمها وليعطي الفرصة لبعض الطلبة للتعبير عن العلاقات التي توصلوا إليها أو استخدموها أو الاجراءات التي نفذوها. كما أنها فرصة للمعلم لكي يربط الخبرات التي اكتسبها الطلبة في الحصة مع خبرات الحياة اليومية والخبرات التي تعطى في المدرسة بعامة ومنهاج العلوم بخاصة.

التضارب المعرفي: هو تعبير يقصد به تعريض الطلبة من خلال الأنشطة إلى مشاهدات تكون بمثابة مفاجأة لأنها لا تتفق مع توقعاتهم، وقد تكون هذه التوقعات ناتجة عن خبراتهم السابقة أو عن خبرات مباشرة تعرضوا لها في بداية النشاط. إن هذا التضارب المعرفي أو الاندهاش الذي يحصل للطالب نتيجة عدم التوافق بين خبراته السابقة وتوقعاته من جهة وبين مشاهداته من جهة أخرى تجعله يعيد النظر في بنيته المعرفية ويعيد النظر في طريقة تفكيره لكي يتكيف مع الأدلة التجريبية الجديدة التي يشاهدها أمامه.

وعند هذه اللحظة يمكن أن يحدث النمو في مهارات التفكير. ولكن قد لا يحدث النمو في مهارات التفكير عند بعض الطلبة إما لأنهم فشلوا في أن يروا عنصر المفاجأة في الموقف التعليمي، أو لأن مهارات الطالب الفكرية قد نَمت إلى الحد الذي مكنه من تمثل عنصر الاثارة أو المفاجأة في الموقف التعليمي وحل اشكالية التضارب المعرفي الذي حصل بسهولة.

ما وراء التفكير: هو التفكير في الأسباب التي دعت إلى التفكير في المشكلة بطريقة معينة. فالمعلم في هذا الأسلوب يسأل الطلبة أسئلة لتجعلهم يعون ما يقولون وما يعملون ولماذا يفكرون بهذه الطريقة أو تلك؟ يسأل الطالب: كيف فعلت ذلك؟ أو لماذا فعلته؟ أو هل يمكن أن توضح لزملائك لماذا فكرت في ذلك؟ أو لماذا فكرت في هذا الحل؟ إن إدراك الطلبة ووعيهم لنوع التفكير الذي يستخدمونه في حل المشكلات يعد عاملاً هاماً في مسارعة نمو المهارات الفكرية.

التجسير: يقصد به ربط الخبرات التي يحصل عليها الطلبة في هذه الأنشطة مع الخبرات التي يحصلون عليها في سائر المباحث وفي الحياة العملية للطالب. لا بد من مد جسور فكرية من الأنشطة إلى الحياة ومن الحياة إلى الأنشطة. وكذلك من وإلى المباحث الأخرى. وبدون هذا التجسير تبقى الخبرات محصورة ضمن الإطار النظري للمشروع ولا تعمم إلى سائر العلوم وإلى ما وراء العلوم من مباحث أخرى أو تطبيقات في الحياة اليومية.

الفصل الثاني

تشجيع التعليم الذاتي

إن أساليب التربية الحديثة تشجع التعلم من خلال العمل في مجموعات والعمل بروح الفريق ومع هذا فإننا نمتحن الطلاب بشكل فردي وتقيس امتحاناتنا مقدار التحصيل الفردي للطالب. وقد يبدو في هذا نوع من التعارض. وهناك محاولات ناجحة لتكييف التعليم في غرفة الصف ليلائم حاجات الفرد أي ليجعل التعلم فردياً وبالتالي يصبح ملائماً لغايات الامتحانات وملائماً للحاجات الفردية للطلاب.

وينبغي أن يركز المعلم على بناء جو من الثقة بينه وبين الطلبة ويهيء الظروف التي تفسح المجال أمام الطالب لاتخاذ قرارات فردية بالنسبة لتعلمه وتساعده في مكافأة نفسه على ما يحرز من تقدم في التعلم. أي بحيث يحس الطالب داخلياً بأنه أنجز شيئاً ما ويستحق المكافأة على هذا الانجاز وهكذا يشعر بالرضى الداخلي عن نفسه وتزداد ثقته بنفسه وبامكاناته وقدراته العقلية على التعلم.

إن تشجيع التعلم الذاتي يعني تشجيع الطلبة على مزيد من الثقة بأنفسهم وبإمكاناتهم وقدراتهم العامة، وتشجيعهم على اتخاذ القرارات وتشجيعهم على البحث والاستكشاف بشكل فردي أو في مجموعات صغيرة، وفي الوقت نفسه ترك الخيار لهم في التقدم بالسرعة الملاءمة لقدراتهم الفردية.

ومن الأساليب التي تساعد على التعلم الذاتي في العلوم اعطاء الطلاب فرصة للعمل المخبري الحر في فترات محددة في الأسبوع حيث يفتح المختبر لمن يريد أن يتابع تجربة معينة أو يتابع فكرة خطرت له في أثناء العمل في المجموعة. ومنها تخصيص أعمال بيتية فردية للطلبة كل حسب تقدمه في التعلم وحسب رغبته وميوله. حيث يتم تخصيص العمل البيتي للطالب بعد التشاور بينه وبين المعلم وفي ضوء انجازاته في العمل في المجموعات

وفي ضوء تحصيله. وقد بينت دراسة الحالة لعدد من المدارس التي استخدمت هذه الأساليب إن الطلبة حققوا نتائج جيدة في مجال العلوم.

ومن الأساليب التي تساعد على التعلم الذاتي إتاحة الفرصة للطلاب لكي يناقشوا انجازاتهم مع مختصين من خارج المدرسة. ففي حالة المجموعة التي تعمل مشروعاً في الكهرباء، من المفيد أن يناقش أفراد المجموعة انجازاتهم واستفساراتهم مع مهندس الكهرباء في البلدية أو محطة توليد الكهرباء مثلاً. وفي حالة المجموعة التي تعمل في مجال النباتات أو تربية الحيوانات من المفيد أن تناقش استفساراتها وانجازاتها ومشكلاتها مع المرشد الزراعي أو بعض الزارعين ذوي العلاقة في المنطقة. .

وهكذا نكون قد أفسحنا المجال للعمل الفردي والتعلم الذاتي وفي نفس الوقت لم نهمل العمل في مجموعات والتعاون من خلال العمل في الفريق.

الفصل الثالث

تدريس العلوم لتطوير علميات التفكير المجرد

إن من أبـرز أهـداف التربية والتعليم هو رفع سوية التفكير عند الطلاب ليصلوا إلى التمكن من ممـارسـة عمليات التفكير المجـرد. وأن للعلوم دوراً هامـاً في تهيئة الفرص ومساعدة الطلبة في الارتفاع إلى مستوى استخدام عمليات التفكير المجرد. فالتفكير هو استخدام معرفتنا السابقة في التعامل مع المشكلات التي نواجهها. فحتى يفكر الفرد لا بد له من أن يعرف شيئاً ما وأن يتعامل مع مشكلة واقعية. ولكن كثيراً من الناس لا يحسنون استخدام مخزونهم المعرفي. لذا من الضروري أن يتعلم الطالب كيف يتعلم من خبراته السابقة. ومن واجب المدرسة أن تهيء خبرات علمية تعرض على شكل مشكلات لتجعله يفكر ويتفاعل معها.

تمتاز العلوم بأنها تقدم سياقاً تعليمياً مثالياً لتطوير واستخدام الأفكار المنطقية فإن معظم البـاحثين في التـربية والتعليم مجمعـون على ضرورة أن يمـر الطلبة في مدى واسع من الخبرات والأنشطة العلمية التي تستخدم المواد والتجهيزات، لأن هذه الأنشطة والخبرات هي التي تشكل قاعدة التفكير. وتمتاز الأنشطة العلمية أنها قابلة للفهم والضبط أكثر من الأنشـطة الاجتمـاعية. وكذلك المشكلات العلمية يمكن السيطرة عليها وفهمها أكثر من المشكـلات الاجتمـاعية المعقـدة. ففي المشكـلات العلمية يستـطيع الطلبة أن يضعوا الفرضيات ويجربوها كما يستطيعون إعادة التجربة والتأكد من العوامل المؤثرة فيها وتعديلها إذا لزم الأمر.

عزل المتغيرات

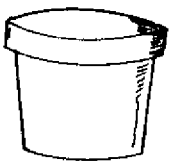
عندما تؤثر عدة عوامل في ظاهرة ما، فإنه من الضروري عزل هذه العوامل وابقاء عامل واحد لدراسة أثر كل منها على انفراد، من المهم في العلوم وفي غيرها من مناحي الحياة أن نتعرف على العوامل المؤثرة في موقف ما. وإذا استطعنا عزل هذه العوامل لدراسة كل منها على انفراد فانه يمكن أن نتعرف على الظاهرة المعنية وعندها نستطيع التعامل معها بالطريقة اللائقة.

ويمكن إعداد أنشطة في مجال العلوم لتدريب الطلبة على عزل المتغيرات ومنها النشاط التالي:

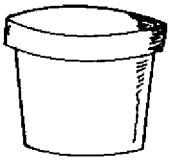
نشاط: ما هي العوامل التي تؤثر على انبات البذور؟

سوف تأخذ في هذا النشاط عاملي الضوء والرطوبة بصفتهما متغيران يؤثران على إنبات البذور. ولمعرفة أثر كل منهما كلف الطلاب باجراء النشاط التالي:

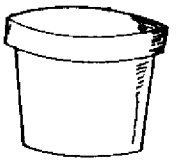
- خذ أربعة باكيتات حليب فارغة وقصها بحيث تبقى الربع الأسفل منها ثم إملأ ذلك الربع بالتراب.
- ضع الباكيتات بما فيها من التراب في فرن حتى يجف التراب إذا كان رطباً.
- ازرع في كل منها بذرة من نوع واحد (ذرة، أو قمح، أو حمص..) يجب أن تكون البذور متشابهة. ويجب أن تزرع على عمق واحد وبطريقة واحدة.
- ضع اثنان منها في مكان يصل اليه الضوء ثم ضع الاثنان المتبقيان في مكان لا يصل إليه الضوء.
- أضف ماء إلى أحد الوعائين اللذين يصل إليهما الضوء، وكذلك أضف نفس الكمية من الماء، إلى أحد الوعائين اللذين لا يصل إليها الضوء. انظر شكل (٢ - ١).
- اطلب من الطلبة أن يحتفظوا بسجل يدونون فيه وصف لكل خطوة يقومون بها. نحو متى سقوا الزريعة؟ وكم سقوها؟ وكيف سقوها؟ وكم بذرة زرعوا؟ ومتى حصل الانبات؟ ووصف لعملية الانبات.
- يتوقع من الطلبة أن يحددوا العامل المؤثر في عملية الانبات وبعد اجراء هذا النشاط يمكن تكليفهم بأنشطة أخرى مشابهة تقريباً.



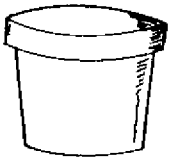
ضوء فقط



ضوء + ماء



لا ماء ولا ضوء



ماء فقط بدون ضوء

إن هذه الأنشطة البحثية تساعد الطلبة بتصفية أفكارهم حول الشروط اللازمة لانبات البذور وكذلك الشروط اللازمة لنمو النباتات.

ضبط المتغيرات

عندما يكون عدة عوامل مؤثرة في ظاهرة ما فإنه من الضروري تصميم تجربة يتم فيها دراسة أثر تغير إحدى هذه العوامل.

لقد وضع ماء في صحنين وبعد فترة لاحظنا اختفاء الماء من أحد الصحنين وبقاءه في الصحن الآخر. وعندما سئل الطلبة عن سبب ذلك حصلنا على الاجابات التالية:

- أحد الصحنين تعرض للشمس والآخر لم يتعرض.
- أحد الصحنين تعرض للهواء والآخر لم يتعرض.
- أحد الصحنين كان في جو حار والآخر في جو بارد.
- شكل الصحن قد يكون مختلفاً عن الصحن الآخر.

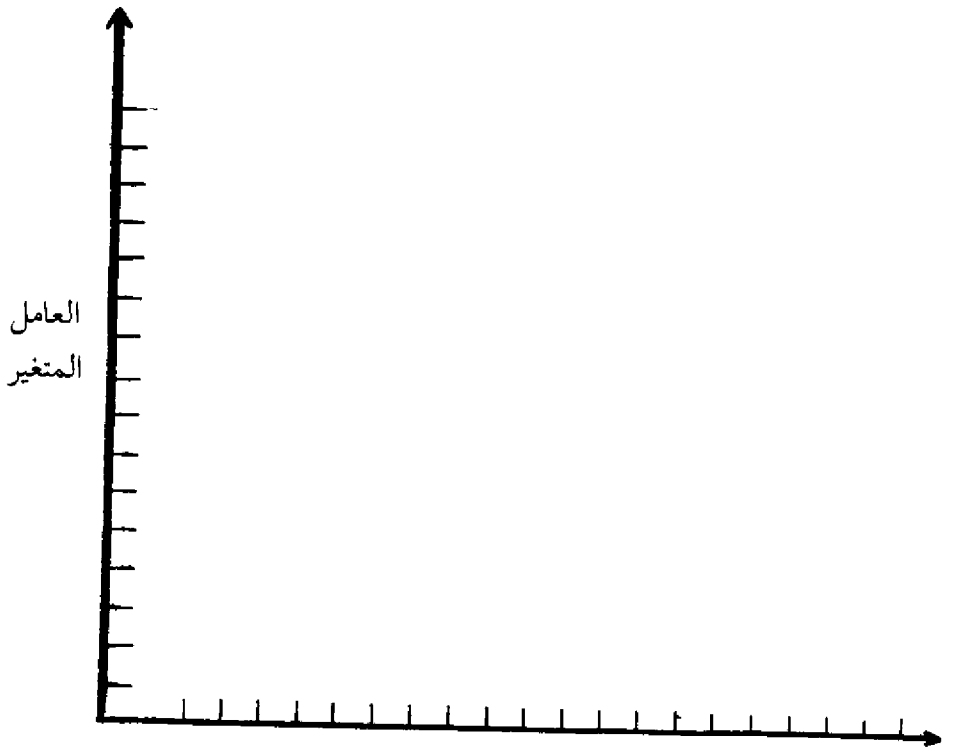
وحتى تتعرف على تأثير هذه العوامل ينبغي تصميم تجربة تضبط سائر المتغيرات وتبقى عاملاً واحداً متغيراً لدراسة أثره.

نشاط: فيما يلي تجربة تساعد الطلبة في تصميم تجارب تضبط فيها المتغيرات. ويمكن أن يعمل فيها الطلاب على شكل مجموعات مكونة من اثنين أو ثلاثة.

ما هي العوامل المؤثرة في عدد ذبذبات البندول في فترة محددة؟

- علق ثقلاً (كرة معدنية أو حجراً صغيراً) في خيط. واربط الخيط في مكان يسمح له بالتأرجح بحرية في سائر الاتجاهات.
- اشرح للطلبة معنى الذبذبة الكامل من أ إلى ب ثم إلى أ مرة ثانية. ومعنى سعة الذبذبة وهي أقصى مسافة يبعدها الثقل عن موضع سكونه.

- قد يقترح الطلبة أن سعة الذبذبة هي التي تؤثر في عدد الذبذبات في فترة محددة وقد يفترض آخرون أن مقدار الثقل أو طول الخيط هو العامل المؤثر. ولدراسة ذلك ينبغي تثبيت الثقل والطول عند دراسة أثر سعة الذبذبة. وكذلك يثبت العاملين الآخرين عند دراسة تغير الثقل أو تغيير الطول.
- يتضح بأن يؤخذ عدد الذبذبات في ١٥ ثانية وأن تكرر التجربة ثلاث مرات في كل حالة.



شكل (٢ - ٢)

اقتراح الفرضيات والاستنتاجات المنطقية منها

إن اقتـراح الفـرضيات واستنبـاط الاستنتاجات المنطقية منها تعد من سمات التفكير المنطقي عندما نحاول أن نحل مشكلة في الحياة العملية فإننا نستخدم كل ما نعرف عنها ونوظف خبراتنا السابقة للوصول إلى حل المشكلة. وهكذا ينبغي أن يفعل المعلم يجب أن يتيح الفـرصـة للطلبـة لاستخـدام معلومـاتهم وخبراتهم السابقة لكي يفترضوا الفرضيات ويتوصلوا إلى الحلول المناسبة.

ويمكن تدريب الطلبة على وضع الاقتراحات والوصول إلى حلول من خلال ذلك لطرق مختلفة، وعلى سبيل المثال لو سألت الطلبة ماذا يحدث لبقعة الماء أو قطرة الماء إذا وضعت على طبشورة؟

اغمس اصبعك في الماء وضعه على الطبشورة أمام الطلاب. وكلّفهم بملاحظة ما يحـدث ثم وصفـه. ثم اطلب منهم تفسير ما حدث. ستحصل على تفسيرات مختلفة. وسيكون من ضمنها أن الماء يتبخر. وهنا تسأل ما معنى التبخر؟ وكيف يمكن اثبات أن الماء تصاعد في الهواء؟

أعط الطلبة الوقت الكافي للتفكير في السؤال.

وقد يقترح بعض الطلبة أن الماء دخل في الطبشورة؟

وفي جميع الحالات يمكن تصميم تجارب بسيطة لتكشف عن مدى صحة هذه الافتراضات.

التنبؤ

إن إحـدى أهم سمـات التفكير المنطقي المجرد هو المقدرة على التنبؤ انطلاقاً من الأفكـار والمعلومـات الحسية التي ينـطلقـون منهـا إلى التفكير المجـرد والتنبؤ. ويمكن أن يطرح السؤال الهام التالي على الطلبة ماذا سيحدث لو جرّبنا كذا؟ إن هذا السؤال يمكن أن يطرح على أحـداث وظواهر مختلفة. وستجد الطلبة متشوقين لاجراء تجربة أو القيام بنشاط ما لمعرفة ما سيحدث. ولكن قبل اجراء التجربة أو النشاط اطلب منهم التنبؤ بما سيحدث وحثهم على ذلك لكي يستخدموا معلوماتهم السابقة ويعملوا تفكيرهم قبل البدء بالتجربة.

وعلى سبيل المثال يمكن أخذ كميتين متساويتين من الماء إحداهما باردة درجة حرارة (٢٠°س) والأخرى فاترة درجة حرارة (٣٠°س). ثم تسأل الطبة ماذا يتوقعون أن تكون درجة الحرارة بعد مزجهما معاً؟ سجل الدرجة التي يتوقعونها. ثم اطلب منهم اجراء النشاط على النحو التالي:

- قس درجة حرارة الماء البارد.
- قس درجة حرارة الماء الفاتر أو الساخن.
- صب احدهما على الآخر وامزجهما معاً.
- قس درجة حرارة المزيج.
- قارن بين الدرجة التي حصلت بالقياس والدرجة التي حصلت عليها بالتنبؤ.

ولمزيد من التدريب على التنبؤ العلمي. اطلب منهم التنبؤ بدرجة حرارة المزيج عند مزج كميات غير متساوية من الماء بدرجات حرارة مختلفة على النحو التالي:

نشـــاط:

- ضع ثلاثة مقاييس من الماء الدافىء (٤٠°س) في كوب.
- ضع مقياس من الماء البارد (٢٠°س) في كوب آخر.
- قس درجة لحرارة الماء في كل من الكوبين السابقين.
- اطلب منهم التنبؤ بدرجة حرارة المزيج عندما تدير احدى الكميتين على الأخرى - وتسجل الدرجة المتنبأ بها.
- اطلب منهم سكب إحدى الكميتين على الأخرى ثم التحريك للمزج بواسطة ميزان الحرارة.
- قس درجة حرارة المزيج وقارن بين الدرجة المقاسة والدرجة المتنبأ بها.
- اطلب منهم تفسير الاختلاف بين الدرجتين.

لماذا تنبؤا بالدرجة المتنبأ بها؟ على ماذا بنوا تنبؤهم؟

التفكير في الحلول الممكنة (التفكير في البدائل)

عندما يكون للمشكلة أكثر من حل واحد محتمل، من المهم أن تجد طرقاً لاختيار الحل الأمثل في الحياة الواقعية تعرض حالات كثيرة من هذا النوع. وعندما يصل الفرد إلى مستوى عمليات التفكير المجرد فإنه يستطيع أن يمتحن هذه الحلول ويمحصها عقلياً ويختار الحل الذي يراه مناسباً. ولذا كان من المناسب أن يشجع الطلبة على استخدام تصوراتهم لاقتراح الحلول المتوقعة ثم اختيار الحل المناسب منها أو ترجيحه.

لنعد ثانية إلى قطرة الماء وقطعة الطباشير ولِنَرَ الحلول التي اقترحها التلاميذ. وامكانية تجريبها لنجد ان كانت صحيحة أو لا. فيما يلي عدد من الفرضيات المقترحة والطريقة المقترحة لاختبارها.

ـ الفرضية: صعد الماء في الهواء

الاختبار: إذا صعد الماء في الهواء فإن الماء سوف يختفي بسرعة أكبر إذا عرضنا الطبشورة لتيار من الهواء.

ـ الفرضية: لقد ذهب الماء في قطعة الطباشير.

الاختبار: إذا وضعنا مزيدا من الماء فإنه ينبغي أن يخرج الماء من الجانب الآخر.

ـ الفرضية: لقد اختفى الماء حسب الفرضيات السابقة كلها.

الاختبار: من الصعب اختبار هذه الفرضية. ولكن اثبات العكس وهو أن الماء لم يذهب بطرق أخرى مختلفة عما تم افتراضه.

الاستنتاج Inferemce

إن الاستنتاج العلمي يحصل بناء على المشاهدات المحسوسة بإحدى الحواس الخمس. إن الملاحظة العلمية الدقيقة إحدى العمليات العلمية الهامة. يستطيع الاطفال ان يصفوا الأشياء من خلال اللون أو الطعم أو الشكل أو الحجم أو الرائحة. كما يمكن وصف تفاعل الأشياء مع بعضها من خلال الأصوات أو الضوء المنبعث منها أو من خلال الحرارة الناتجة أو تغير التركيب والصفات.

أما الاستنتاج فهو الذهاب إلى ما وراء وصف الملاحظات والمشاهدات الحسية. ومن الضروري أن يدرب الأطفال ليميزوا بين الملاحظة والاستنتاج.

إن الملاحظة عبارة عن المعرفة الناتجة مباشرة عن النظر أو اللمس أو الشم أو السمع أما الاستنتاج فهو مرحلة أبعد من الحس المباشر.

إن الاستنتاج يحتوي على قدر من الاحتمالات ويستخدم فيه عبارات من قبيل «من المحتمل أن. .» أو «يمكن أن يكون. . أو «من المرجح ان. .».

فعلى سبيل المثال لم يحدث أن شاهد أحد باطن الأرض. ولكننا قمنا بمشاهدات مثل قياس سرعة الأمواج الصادرة عن الزلازل ومثل قياس المجال المغناطيسي للأرض ومثل كثافة بعض طبقات القشرة الأرضية ومن هذه المشاهدات قام العلماء باستنتاجات عن تركيب باطن الأرض ومكوناته.

نشاط: ماذا في الصندوق؟

ضع شيئاً ما في صندوق غير شفاف الجدران وأغلقه ثم اطلب من الطلبة معرفة الشيء الذي في الصندوق دون فتحه. يستطيع الطالب أن يخض الصندوق او يدحرجه أو يشمه أو يروزه أو يزنه. ومن خلال الاستماع إلى الأصوات الناتجة عن تحريكه أو من خلال وزنه أو شمه يمكن الاستنتاج وحزر الشيء الذي في الصندوق. فالاستنتاج يبني على المشاهدات الفيزيائية المباشرة وربطها معاً للتوصل إلى معرفة الشيء، وهو يختلف عن الحزر الفوضي الذي لا يعتمد على المشاهدات المحسوسة. ويمكن اعتبار الاستنتاج نوع من الحزر العلمي المبني على الملاحظة الدقيقة والمشاهدات الحسية والقياس العلمي.