

أطفالنا والعلوم في المرحلة الابتدائية

ترجمة

خديجة حمد مرزوق

مراجعة

د. جمال بدر سليمان القناعي





أطفالنا والعلوم في المرحلة الابتدائية

ترجمة

خديجة حمد مرزوق

مدرسة أولى علوم

وزارة التربية - دولة الكويت

مراجعة

د. جمال بدر سليمان القناعي

كلية الآداب - قسم اللغة الانجليزية

جامعة الكويت



CHILDREN AND PRIMARY
SCIENCE

by
TINA JARVIS

(ح) مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

فهرسة مكتبة الكويت الوطنية

جارفيس ، تينا

أطفالنا في المرحلة الابتدائية / تأليف تينا جارفيس؛ ترجمة خديجة حمد مرزوق؛ مراجعة جمال بدر سليمان القناعي. - ط الاولى. - الكويت : مؤسسة الكويت للتقدم العلمي؛ إدارة التأليف والترجمة والنشر ١٩٩٩.

٣٦٩ ص، رسومات، ايض: ١٧ × ٢٤ سم

ردمك: ٤ - ٥ - ٣٠ - ٩٩٩٠٦

١- المدرسة الابتدائية ٠٢ - تدريس العلوم ٣ - الارض والغلاف الجوي

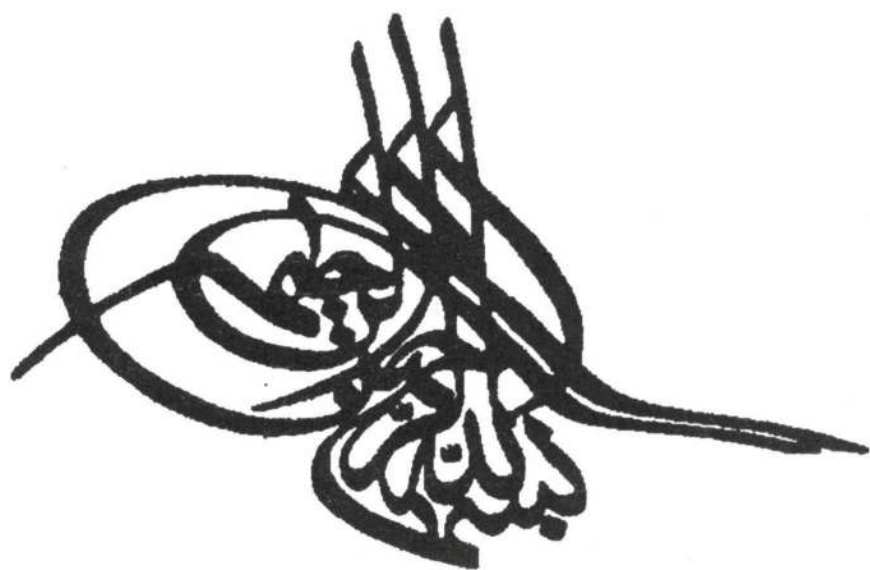
٤- الصوت والموسيقى ٥ - الطاقة أ. المترجم ب. العنوان ج السلسلة

ديوي ٣٧٢, ٣٥

ردمك ٤ - ٥ - ٣٠ - ٩٩٩٠٦

ISBN 99906-30-05-4

«المادة العلمية المنشورة في هذا الكتاب تعبر عن رأي كاتبها
ولا تعبر بالضرورة عن رأي مؤسسة الكويت والتقدم العلمي»





صاحب السمو الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت



سمو الشيخ سعد العبدالله السالم الصباح

ولي العهد ورئيس مجلس الوزراء

المحتويات

الصفحة

الموضوع

٢١	الفصل الأول: تدريس العلوم في المرحلة الابتدائية
٣٥	الفصل الثاني: استكشاف المواد
٧٣	الفصل الثالث: الفصول المناخية
١٠١	الفصل الرابع: اكتشاف الطاقة والقوى خلال اللعب
١٢٣	الفصل الخامس: اللون والضوء
١٦٣	الفصل السادس: المغناطيسية والكهرباء
١٩١	الفصل السابع: الصوت والموسيقى
٢١٣	الفصل الثامن: الصخور والتربة
٢٣٩	الفصل التاسع: الأرض والغلاف الجوي
٢٥٧	الفصل العاشر: استكشاف القوى
٢٨٧	الفصل الحادي عشر: التراكيب والإنشاءات
٣١١	الفصل الثاني عشر: الآلات والنماذج
٣٣٩	الفصل الثالث عشر: التسخين والتبريد

إهداء

إلى روح أبي الطاهرة، الذي غرس فينا حب العلم والتعلم والبحث عنه
والرغبة في الاستزادة منه، لذات العلم كهدف وغاية، وليس كوسيلة للوصول
إلى منصب أو مركز.

* إلى أمي، مثال المرأة الكويتية الأصلية الراحية لأبنائها، والتي كانت
ولازالت تحثنا على طريق العلم والدين والعمل بهما.

* إلى أبنائي وبناتي وأبناء الكويت والأمة العربية جميعاً، والذين أتمنى أن
يتخذوا سبيل العلم والدين طريقاً هادياً لهم في الحياة.

* إلى المدرسين عموماً، ومدرسي مادة العلوم خصوصاً، راجية المولى عز
وجل أن يكون هذا الكتاب خطوة على درب تطوير تدريس العلوم في بلادنا
الغالية.

اللهم آمين

مقدمة المؤلف

منذ وضع المنهج القومي للدراسة (في بريطانيا)، أعطيت العلوم أهمية كبيرة ومثيرة في فصول المرحلة الابتدائية، فقد أصبحت إحدى المواد الأساسية الثلاث، والتي تضاهي في أهميتها كلاً من اللغة الانجليزية والرياضيات، فاللغة والرياضيات تمكننا من الاتصال والتعامل مع العالم الذي نحن فيه، كما أن العلوم تساعدنا على فهم ذلك العالم.

إن التدريس الجيد للعلوم يشجع الأطفال على التفكير المبدع الخلاق، وفي مثل هذا العالم السريع المتغير، فإن الأطفال يحتاجون لمثل هذه القدرات للتكيف مع التطورات التكنولوجية، وفهم كيفية استخدامها. كما يساعد تدريس العلوم على فهم الأطفال لبيئتهم واحترامها، وبذلك يمكنهم إدراك أهمية المحافظة على الموارد العالمية.

إن المدرسين يقومون حالياً بتدريس الكثير من العلوم، ولكن ربما دون تعريفها على أنها كذلك، فدراسات عن بيولوجية الانسان والنبات والحيوان، والبيئات الطبيعية والمشييدة، يتم دمجها في الكثير من الأنشطة الفصلية، ويستطيع المعلم البناء على هذه المعرفة لدمج مهارات الاستقصاء والبحث، وإضافة العلوم الفيزيائية التي يتطلبها المنهج القومي، ولذلك فإن هذا الكتاب يركز على مثل هذه المواضيع العلمية، مثل القوى، والمواد، والطاقة، والتي هي غير مألوفة عند المدرسين، وعرض كيف يمكن دمج مهارات الاستقصاء العملية في الأنشطة البيولوجية.

وبالرغم من كمية المعرفة الكبيرة التي يغطيها المنهج القومي، إلا أن

المهارات العلمية تعادله في الأهمية. ومن الضروري عدم التغاضي عن حقيقة أنه عند تقويم مدى استيعاب الأطفال للعلوم المعرفية، فإن ذلك يتضمن أيضاً تقويم عنصر المهارة بأهمية تعادل ٥٠٪ في الحلقة الأولى من المرحلة الابتدائية، و٤٥٪ من الحلقة الثانية. ونتيجة لذلك، فإن تطوير هذه المهارات يجب أن يكون جزءاً مكماً لجميع الأنشطة.

إن المنهج القومي ينص صراحة على أن الأطفال يجب أن يُنمّوا هذه المهارات العلمية عبر خبرات عملية مباشرة، وهذا يقتضي ضمناً أن تكون للأطفال ملاحظاتهم واستكشافاتهم واستقصاءاتهم الخاصة، والأطفال ينمون بقوة عند استخدام الأنشطة العلمية العملية؛ حيث إنهم يستمتعون تماماً عند القيام بها، وهذا ما يكون له عادة تأثير إيجابي على المواد الأخرى ذات العلاقة بالمنهج القومي، حيث يعزز ذلك الأعمال الكتابية اللاحقة، والعمليات الحسابية، والأعمال الفنية، ويدرس في الفصل الأول من هذا الكتاب كيف يمكن تطوير العلوم العلمية والبحثية تدريجياً.

إن معرفة وفهم المواد وخواصها وحدود قدراتها الكامنة فيها ضرورية للعديد من الأنشطة العملية الابتدائية، وهذه المعرفة ستعزز الناحية الفنية والمهارة اليدوية والتقنية عند الطفل على وجه الخصوص. والعلوم الاستقصائية تساعد على إمداد الأطفال بهذه المعرفة، كما أنها تستفيد منها في دراسة المواد.. وبناء على ذلك فإن الفصل الثاني يدور حول كيفية استكشاف المواد وبحثها خلال المرحلة الابتدائية.

وأما الفصول اللاحقة تركز على الأنشطة التي تساعد الأطفال في الحلقة الأولى من المرحلة الابتدائية على تنمية مهارات الملاحظة والبحث من خلال

دراسة البيئة، واستخدام أجهزة الألعاب التي تشجع على الفهم المبكر للقوى والطاقة.

يتبع هذا الجزء موضوعات عن المغناطيسية والكهرباء والضوء، والتي تمتد عبر السنوات الأخيرة من الحلقة الأولى، والسنوات الأولى من الحلقة الثانية، وأخيراً.. فإن الجزء الأخير يتضمن موضوعات لأطفال الحلقة الثانية للعمل بها، ولا يمكن هنا تغطية الأنشطة المبنية على استخدام المصادر الثانوية، كما لا يمكن الادعاء بأن الكتاب قد وضح بالتفصيل الأنشطة الامتدادية للأطفال المتميزين، الذين يبلغون عشر سنوات من العمر.

وأتمنى ان يساعد هذا الكتاب المعلمين، ويشجعهم ويطمئنهم على محاولة استخدام المزيد من العلوم العملية الاستقصائية، وذلك ليكتشف الأطفال بأنفسهم مدى الإثارة والمتعة التي يمكن أن تكون عليها العلوم للتلاميذ والمعلمين على حد سواء.

المؤلفة

مقدمة المترجمة

تلعب العلوم في حياتنا دورا هاما وحيويا، فهي منبع التطور التكنولوجي الهائل الذي يتميز به هذا القرن، ولذلك كان تدريس العلوم مهمة حساسة وخطيرة، وذلك بسبب التوقعات والآمال العريضة المبنية على مخرجاتها، حيث يتوقع من هذه المادة أن تبني جيلا قادرا على التفكير العلمي الخلاق وذلك لمواكبة التطور العلمي الهائل الحادث في هذا العصر.

ولتكوين مثل هذا الجيل، فإننا بالطبع لا نستطيع أن نعتمد على تدريس العلوم بصورة تقليدية، ولكن يجب أن يكون هناك تحديا مستمرا لذهن التلميذ، وذلك بعرض المشاكل المختلفة عليه، ومحاولة جعله يفكر في حل هذه المشاكل. وهذا بالطبع لن يحدث فجأة، ولن يأتي من فراغ، بل يجب ان نبني ونغرس منذ البداية لنصل الى مثل هذه المرحلة؛ ومن هنا انصب الاهتمام على التعليم في المرحلة الابتدائية (نواة التعليم).

وللأمانة العلمية، فإني أقر أن التعليم في دول الخليج العربي - ومن خلال مناهجها المطورة - تنحو عموما نحو هذا المسار، مما أكسب أطفالنا مهارة الملاحظة الدقيقة، واستخدامهم لبعض الأدوات، ولكننا إلى الآن لم نرق بتعليمنا إلى مرحلة يحدد فيها التلميذ المشكلة ويفرض الفروض، ويجمع البيانات من مصادر متفرعة، ويفسرها ليصل إلى استنتاج العلاقات والتعميم.

كما أننا لم نصل بهم إلى مرحلة تصميمهم للتجارب واجرائها بأنفسهم (بالرغم من أن هذا هو أحد الأهداف الأساسية لتدريس العلوم)، حيث إن ذلك يتطلب الكثير من الوقت الذي نفتقر إليه بسبب تكدس المناهج الدراسية

بكم كبير من المعلومات.

فالمهم ليس كم المعلومات التي يحفظها الطالب خلال العام الدراسي، والتي سينساها بمجرد الانتهاء من الاختبار، بل هي نوعية المهارات العلمية والتقنية التي اكتسبها، والمشاكل التي تعرض عليه ويقوم بحلها بنفسه.

ومن هذا المنطلق كانت ترجمتي لهذا الكتاب، والذي شدني إليه بأسلوبه المبسط في تعليم العلوم، وعرضه للمادة العلمية بطريقة جذابة ومحببة لنفس كل من الطفل والمعلم على حد سواء.

ويتضمن هذا الكتاب ثلاثة عشر فصلا، يناقش في الفصل الاول منها أهمية استكشاف الأطفال للمواد المختلفة في البيئة حولهم، وإتاحة الفرصة والوقت الكافي لهم للاستكشاف، وأن يكون ذلك من خلال اللعب الموجه، ثم بعد ذلك إجراء التجارب والأبحاث ودراسة مشاكل متشعبة؛ وذلك لإتاحة الفرصة للطفل للتفكير والإبداع. ثم يتعرض بعد ذلك بنوع من التفصيل لأنواع مختلفة من العلوم التي يحتاج طفل المرحلة الابتدائية إلى معرفتها، وذلك مثل دراسة الطقس وتأثيره المباشر على الحياة اليومية للطفل والبيئة المحيطة به. ثم انتقل بعد ذلك لاستكشاف مصادر الطاقة، ويناقش في فصل آخر الألوان والضوء وعلاقة ذلك بحياتنا اليومية، كما ناقش المغناطيسية والكهرباء من خلال لعب الأطفال بالمغناطيسيات، ثم عمل الدوائر الكهربائية البسيطة ليتطور العمل بعد ذلك لصنع نماذج أكثر تعقيدا، بما يتناسب والقدرات المعرفية والمراحل العمرية للطفل.

كما يناقش الكتاب خصائص الصوت والعوامل التي تؤثر فيه، وذلك من

خلال لعب الأطفال بالآلات الموسيقية المختلفة ومحاولة صنع نماذج منها، كما أفرد فصلاً لدراسة الصخور والتربة، مما يتيح الفرصة للأطفال لاستخدام موارد بيئتهم المباشرة، وذلك بجمع عينات من الصخور المختلفة.

ثم ينتقل في فصل آخر لمناقشة الغلاف الجوي وتأثيره على سطح الأرض؛ ليتعرض بعد ذلك لمناقشة أنواع القوى المختلفة، مثل قوة الجاذبية الأرضية، وقوة دفع الماء وتطبيقاتها في حياتنا بأسلوب سهل شائق.

ويستكشف الطفل بعد ذلك مواد البناء المختلفة من خلال دراسته للانشاءات والتراكيب، ليصل بالطفل إلى مرحلة تصميم الجسور ودراستها بالتفصيل كمثال على الانشاءات. ويناقش الكتاب في فصوله الأخيرة كلاً من الآلات البسيطة وأنواعها، والتسخين والتبريد، والذي يتضمن دراسة تفصيلية للحرارة من حيث توليدها وانتقالها والعوازل الحرارية والموصلات.

إن ما اثار إعجابي واهتمامي، وما أردت أن أنقله إلى زملاء المهنة هو عرض المؤلف للمادة العلمية من خلال أسلوب البحث العلمي الشائق وتأكيداً على الجانب العملي والاستكشافي في تدريس العلوم في المرحلة الابتدائية. ففي الفصول المختلفة تبدأ المؤلف باستكشاف الأطفال للبيئة الموجودة حولهم، واللعب الموجه بالأدوات والمواد المختلفة لتصل إلى طرح المشكلة (والتي قد تعترض الأطفال خلال عملهم)، ثم تتيح الفرصة للأطفال لإبداء الحلول المختلفة، ثم محاولة تجربة هذه الحلول وملاحظة نتيجة عملهم، وإعادة التجربة إن استلزم الأمر للوصول إلى النتيجة المطلوبة، مستخدمين في ذلك المواد والأدوات التي غالباً ما توجد في البيئة المحيطة بهم.

إن هذه الطريقة هي الطريقة المثلى في نظري لتدريس العلوم، وهي ما أتمنى أن نوفرها لأطفالنا، وذلك لبناء جيل قادر على التفكير والبحث العلمي في حياته، لنتقل ببلادنا الحبيبة من مرحلة المحاكاة والتقليد إلى مرحلة الإبداع والابتكار.

والله الموفق

المتريجة

الفصل الأول

تدريس العلوم في المرحلة الابتدائية

تدريس العلوم في المرحلة الابتدائية

طرق تدريس العلوم

إن من أساسيات تدريس العلوم التركيز على الأنشطة المباشرة، والتي يمكن أن تتضمن أنشطة يبتكرها المعلم بهدف توجيه اهتمام الأطفال إلى مفاهيم معينة، كما تتضمن فرصا للعب والاستكشاف الحر لمواد تعطى لهم، ونشاطات متشعبة المشاكل^(١) لحل المشاكل التي تواجههم. وإلى جانب هذه الأنشطة العملية، فإن الأطفال يحتاجون إلى فرص كثيرة للعمل في مجموعات صغيرة، والتحدث عن استقصاءاتهم واكتشافاتهم. حيث إن العمل المبني على التجارب المباشرة يجعل من العلوم مادة مثيرة وذات صلة وثيقة بالواقع الملموس، كما سيجعل من الممكن تطوير الكثير من المهارات المختلفة.

إن ملاحظة واستخدام الأشياء الحقيقية الملموسة تتيح للأطفال استخدام جميع حواسهم، وبالتالي ستمكنهم من تقدير الاختلافات النسبية بين الأشياء في أحجامها وتركيبها وأبعادها ورائحتها.. الخ.

وعندما يقوم الأطفال بإجراء تجارب بسيطة لأنفسهم، فإن الخبرة التي تكون لديهم ستدوم لفترة أطول، كما أن المفاهيم المستخدمة ستكون أوضح من تلك التي تكون عند استخدام المصادر الثانوية^(٢)، كما أنه سيسهل على المعلم أن يدرك إن كان تلاميذه قد أساءوا إدراك مفهوم ما، أو أنهم استخدموا اللغة بطريقة غير مناسبة علميا.

(١) النشاطات متشعبة المشاكل تعني أن كل نشاط يؤدي إلى .. أو يثير نشاط آخر وهكذا (المترجمة).

(٢) المصادر الثانوية: هي المصادر التي لا تعتمد على الأنشطة العملية المباشرة مثل استخدام الكتب والمجلات والتلفاز وأشرطة الفيديو (المترجمة).

إن الأطفال طوال المرحلة الابتدائية يحتاجون لفرص للعب بالمواد والأدوات الجديدة، فمثلا عند إعطاء الأطفال مريا للمرة الأولى، يجب إعطاؤهم وقتا كافيا لاستكشافها، وبذلك فإنهم سيكونون أكثر قدرة علي المشاركة الفعالة في المنافسة باقتراح خصائص وصفات يكونون قد اكتشفوها بأنفسهم. وذلك بعد تعرفهم الأداة التي تقدم لهم للمرة الأولى.

كما أن الأطفال يحتاجون لوقت حر يقضونه في الاستكشاف، وذلك بعد الانتهاء من نشاط محدد، حيث إن الاستمرار في استخدام الأدوات في اللعب أو قضاء وقت حر بعد إكمال البحث الذي طلبه منهم المعلم؛ من شأنه أن يعزز المفاهيم المطلوبة، كما سيتيح لهم الفرصة لتجربة أفكارهم الذاتية التي نشأت خلال أدائهم للمهمة المطلوبة منهم.

وكلما أمكن، فإن أنشطة العلوم يجب أن تتضمن جانبا متشعب المشاكل، إذ أن تزويد الأطفال «بوصفة» تحدد خطوات العمل اللازم اتباعها في نشاط أو بحث ما، لن يعمل على تطوير خيالهم أو إبداعهم كما هو الحال عند إشراكهم في صنع القرار الخاص بتجاربيهم، لأن ذلك سيتيح لهم فرصة أكبر للقيام بتجربة مناسبة وطرح أسئلتهم الشخصية، واقتراح الفرضيات وتفسير البيانات، ويمكن للأطفال أن يناقشوا ويخططوا لتجاربيهم مع المعلم قبل البدء بها.

وفي مناسبة أخرى، يمكن للمعلم أن يمد تلاميذه بالإرشادات الأساسية، ولكنه يتوقع منهم أن يتخذوا القرارات بأنفسهم خلال إجراء التجربة. هذا ويجب تشجيع الأطفال على طرح أسئلتهم الخاصة خلال العمل، والتي يمكن لهم أن يختبروها فيما بعد، فعلى سبيل المثال يمكن سؤال الطلبة أن يختبروا مدى تأثير عمق التربة على البقاء الناجح للبذور، وبدلا من إخبارهم ببساطة عما يجب

عليهم عمله، يمكن الاتفاق على قاعدة معينة للبحث، ثم يتفق الأطفال فيما بينهم على كيفية قياس وتسجيل الفروق في النمو، وبعد إتمام التجربة يمكن أن يقترح الأطفال عوامل أخرى للنمو، ويقومون بدراساتها متبعين في ذلك نفس الأسلوب الذي سبق استخدامه.

إن العمل المبني على أسس علمية - وفيه عنصر مفتوح لحل المشكلة - يمكن جميع الأطفال من المساهمة بفعالية؛ كل حسب مستواه الفكري الخاص، فالأطفال الأقل قدرة يمكنهم فهم ما يحدث حولهم في الوسط المادي لأنهم يستطيعون لمس مباشرة، كما أنهم لن يكونوا بحاجة كبيرة إلى القراءة المسبقة للتجربة التي ستمكنهم من المشاركة الفعالة فيها، فهم غالباً سيتوصلون لحل للمشكلة، وإن لم يكن ذلك هو الحل المثالي الذي سيأتي به أقرانهم، ومن جانب آخر فإن الطفل المتميز بقدراته يستطيع البحث وحل المشكلات بطرق أكثر تطوراً.

إن الأطفال الصغار سيكونون قد طوّروا لأنفسهم مجموعة من المفاهيم للتعامل مع مجريات الحياة اليومية، فهم يفترضون بأن الإبريق سيغلي عند تسخينه ويتنبؤون بالمكان الذي يستطيعون أن يمسكوا به بكرة مقذوفة، ويقولون بأن الشمس تتحرك عبر السماء.

هذه المفاهيم مبنية على خبرات عديدة مر بها الطفل، وعادة ما ترتبط بالطريقة التي يتم فيها تفسير الكلمات في الاستعمال الاعتيادي، فكلما ضوء على سبيل المثال تستخدم في الأحاديث اليومية بطريقة مخالفة لتلك التي يستخدمها الفيزيائي، ونتيجة لذلك فإن أفكار الأطفال قد لا تكون متفقة دائماً مع تلك التي يود المعلم أن ينميها عند طلبته، وليس من الضروري أن يطور

الأطفال من أفكارهم حال إمدادهم بخبرات جديدة، بالرغم من وضوح التناقض بين هذه الأفكار وتلك التي يطرحها المعلم، ففي بعض الأحيان يبدو الأطفال وكأنهم يعتقدون بأفكار متناقضة في آن واحد، وهذا شيء طبيعي تماما، ولذلك يجب إتاحة الكثير من الفرص العملية للأطفال لتقبل «تفسيرات بديلة» والتأكد من المفاهيم المسلم بها، وهذه يمكن إمدادهم بها من خلال أبحاث منظمة سبق إعدادها من قبل المعلم بقصد اختبار فرضياتهم ومن خلال لعبهم الحر أو وقتهم غير الموجه.

إن الأطفال يحتاجون لفرص للتعبير عن أفكارهم وطرح أسئلتهم العلمية الخاصة عن طريق التحدث الى معلمهم وإلى الأطفال الآخرين في بيئة تحترم وترحب بهذه الأفكار، وهذا سيمكّن المعلم من الحكم على مدى نمو مفاهيم الأطفال، كما سيمكّن الأطفال أنفسهم من الاستماع إلى الأفكار الأخرى وتقويمها. وقد يكون على المعلم في البداية أن يطرح الأسئلة ويقترح المشكلات والتفسيرات المختلفة بنفسه، ليوضح للأطفال بأن هذا التصرف مقبول ومطلوب، وكلما تعدد النقاش وزادت التجارب العملية المتشعبة والموجهة في السنوات الأولى من حياة الأطفال، فإنهم عندما يكبرون سيكونون أكثر ثقة في اقتراح التفسيرات وأكثر قدرة على عرض أفكارهم الخاصة لحل المشاكل وطرق تنفيذها.

إن المهارات الشفوية ومهارات الاستماع ليست فقط مطلوبة في المنهج القومي لكل من اللغة الإنجليزية والعلوم، ولكنها أيضا ستعزز الفهم العلمي، فعندما يتحدث الأطفال عن أعمالهم سواء إلى المعلم أو إلى زملائهم، فإن ذلك سيعمل على تحسين مهارات الوصف والسؤال والتحليل والمحاورة عندهم، كما

سيعينهم على توضيح أفكارهم وتطوير أعمالهم الكتابية اللاحقة باستمرار.

والعمل الشفهي والعملي، يعني أن الأطفال يحتاجون للعمل في مجموعات، فإذا عمل كل طفلين مع بعضهما، أو عمل الأطفال في مجموعات صغيرة، فإن ذلك سيمكنهم من المشاركة في طرح الأفكار والمساهمة الفعالة الكاملة، أما في المجموعات الكبيرة، فهناك احتمال لعدم مشاركة بعض الطلبة، ويمكن العمل الجماعي من مساعدة الأطفال الأقل قدرة من قبل زملائهم الآخرين، وسيعمل ذلك على زيادة ثقة الأطفال بقدراتهم، وذلك لشعورهم بأنهم أصبحوا أعضاء فعالين في مجموعتهم.

وعمليا فإنه يجب توفير المواد اليومية وأدوات وأجهزة القياس اللازمة لإجراء التجارب وعمل المجسمات، وعند إعطاء الأطفال مشكلة متشعبة، فإن توفير المواد المختلفة سيثير خيالهم ويحثهم على ابتكار الحلول.

إن معظم التجارب أو الأبحاث - في مناهج العلوم - لأطفال المرحلة الابتدائية بسيطة جدا، وفي الوقت ذاته تتطلب أجهزة محدودة، وميزة ذلك أن الأطفال بعد حصولهم على خبرة إجراء التجارب والأبحاث تحت إشراف وإرشاد المعلم سيكونون أكثر قدرة على اقتراح وتخطيط وإعداد الأبحاث لأنفسهم.

ومن الضروري عند تنظيم الجدول الدراسي أن نتذكر أن العلوم العملية تستغرق وقتا، وأن الأطفال يحتاجون العديد من الفرص لمناقشة المشكلة، وإعداد وتنفيذ النشاط، ثم تسجيل ووصف نتائجهم. وهذا قد يستغرق طوال فترة الصباح، وأحيانا يوما بأكمله. وقد يبدو ذلك وكأنه يحتاج لنسبة عالية من وقت الجدول الدراسي، ولكن في المقابل يجب أن ندرك أن الكثير من الأنشطة

العلمية تدعم مجالات أخرى من المنهج المدرسي، فالرياضيات تستخدم في سياق موضوع علمي حقيقي، وبطريقة مناسبة تحت الاطفال على استخدام المهارات الرياضية بطريقة دقيقة، كما أن الكثير من المهارات اللغوية والجغرافية والتقنية والفنية يمكن دمجها من خلال العمل العلمي.

تنمية ثقة المعلم بنفسه

في البداية قد يكون المعلمون أنفسهم متخوفين من إمداد الطلبة بالأنشطة العملية متشعبة المشاكل، فبعضهم قلق من صعوبة المحافظة على انضباط الأطفال أو عدم قدرتهم على الإجابة عن أسئلة هؤلاء الأطفال؛ وعادة ما يكون الأطفال متحمسين تماما للمشاركة في الأنشطة العملية، وقد ينسجموا فيها تماما لدرجة ألا يصبحوا مصدر مضايقة، والمدرس بإمكانه - ومنذ بداية العمل - أن يوضح للأطفال بأنهم إذا ما أصبحوا فوضويين، فإن ذلك سيمنعهم من المشاركة في العمل، ولن يكون بإمكانهم إلا المشاهدة فقط. وقد يكون الأطفال متحفزين خلال الأنشطة العملية الأولى، ولذلك فإن على المدرس أن يميز بين إساءة التصرف، والإزعاج البسيط الناشئ عن الاهتمام الزائد بأداء المهمة.

وبالرغم من أن المعلم قد يحتاج لتوسيع معرفته في بعض العلوم، وخصوصا تلك المتعلقة بالقوى والطاقة، إلا أنه ليس بحاجة إلى التعمق الكبير في المعرفة العلمية، في حين أنه يجب عليه أن يكون متفتح الذهن، ويسمح للأطفال بأن يكونوا محبين للاستطلاع، وأن يفكروا بتلك الخبرات التي يمرون بها ويسألوا عنها. وعندما يصرح المعلمون أحيانا بأنهم لا يعرفون الإجابة على سؤال ما، فإن ذلك سيعطي للأطفال نموذجا رائعا لاتباعه، ففي بيئة واعية

ومتفهمة، يمكن للأطفال أن يشعروا بالثقة بأنفسهم لحد يجعلهم يعترفون بعدم معرفة أو فهم موضوع ما. وبعض الأسئلة التي يطرحها الأطفال قد يمكن الإجابة عنها بالتجارب أو الاستعانة بالكتب، ولكن هناك بعض الأسئلة التي قد تكون معقدة جداً أو غير مناسبة، أو لا يمكن معالجتها لأن الوقت أو المراجع محدودة. وعلى كل يجب على الأطفال أن يشعروا بأن بإمكانهم البحث أو تجربة أفكارهم الخاصة، ولكنه ليس من الضروري البحث في كل سؤال يطرح، لكي يكون البرنامج العلمي الذي يقدم لهم متوازناً.

وليس من الضروري توفير الكثير من المواد الباهظة الثمن ليتمكن الأطفال من ممارسة برنامج علمي عملي شامل ومتوازن. فعملياً، جميع المراحل ابتداء من الصف الأول إلى الصف الخامس يمكن تغطيتها وبنجاح باستخدام مواد موجودة في المنزل أو المدرسة، بالإضافة إلى بعض الأدوات مثل المغناطيسيات، المناشير، بطاريات، مصاييح زجاجية، أجراس، أدوات جمع العينات البيولوجية، أدوات الملاحظة، وأدوات الرياضيات والتي لا بد أن تكون متوفرة في المدارس لاستخدامها في الرياضيات العملية. كما يمكن لأولياء الأمور المساهمة في توفير بعض هذه الأدوات، وذلك مثل: المواد المستعملة من قصاصات الأقمشة المختلفة، اللعب القديمة المتحركة، وبعض أدوات وأجهزة المنزل البسيطة.

وينصح المعلمون أن يمارسوا التجارب قبل عرضها على الأطفال، وذلك لتكون عندهم فكرة مسبقة عن المشاكل التي يمكن أن يواجهوها. وعند إعداد مشكلة متشعبة للأطفال لحلها، «مثل عمل نموذج يوضح مدى قوة الرياح، أو عمل قارب يتحرك عبر خزان الماء» يمكن للمعلم أن يفكر في حل أو حلين

مسبقا، وذلك لمواجهة موقف نادر الحدوث، وهو عدم قدرة الأطفال على التفكير بأي حل. ولذلك فإن ممارسة المعلم للتجارب والتفكير بها في الحقيقة، ما هي إلا وسيلة لزيادة ثقة المعلم بنفسه، حيث إن فريقا من الأطفال يمكنه عادة أن يقدم أفكارا أكثر بكثير من تلك التي يطرحها المعلم الواحد. وما أن يتم اتباع أسلوب الاستقصاء والبحث مع الأطفال فإن حماسهم ودافعتهم، وتطور نموهم الشخصي والأكاديمي، سيقنع المدرس ويزيد ثقته بصحة هذا الأمر عند كل دورة تعليمية.

ما نود تأكيد أهميته هو: حاول! إن العلم مثير بالنسبة للمعلم والتلاميذ على حد سواء.

تنمية المهارات العلمية

المهارات العلمية الرئيسة كثيرة، وتتضمن: الملاحظة والقياس والتسجيل والبحث والتنبؤ واقتراح الفروض والاتصال. ولا يوجد هناك أي فاصل واضح في المهارات ما بين الحلقة الأولى والحلقة الثانية من المرحلة الابتدائية، فبعض الأطفال في الحلقة الأولى يكونون قادرين على تنمية مهارات متقدمة في حين أن هناك آخرين في فصول الحلقة الثانية لا يزالون في بداية الأساسيات الأولى من هذه المهارات. ومعلموا الحلقة الأولى يجب أن يكونوا مدركين لما هو مطلوب في السنوات التالية، وذلك لغرس المهارات اللازمة لتلك المرحلة، كما يجب على معلمي الحلقة الثانية أن يكونوا مطلعين على ما تم تدريسه، وذلك ليكون عملهم امتدادا للمهارات الأساسية السابقة وليس مجرد تكرار لها.

وعلى الناشئة أن يستخدموا جميع حواسهم في الملاحظة والتصنيف، ويجب أن يكونوا قادرين على الوصف المباشر للأشياء المحيطة بهم. ومهارات الملاحظة

هذه يمكن تطويرها باستمرار بتشجيع الأطفال على ملاحظة تفاصيل التشابه والاختلاف بين الأجسام، وعلى استخدام العدسات والمجاهر بطريقة مناسبة، وذلك لتنمية حاسة البصر عندهم، وعندما يصبحون أكبر سناً يكونون قادرين على اختيار ما هو مناسب وما هو غير مناسب لمشكلة معينة.

هذا ويمكن تسجيل ملاحظات الأطفال في صورة تقارير مكتوبة، تقارير وصفية، مجسمات، ملصقات، أعمال الصلصال، رسومات، أشربة، أو أشكال رياضية مثل الجداول والرسومات البيانية بأشكالها المختلفة.

ويجب على المعلم، ومنذ المرحلة الأولى من الدراسة، أن يوضح للأطفال كيف يمكنهم تنفيذ التجارب بطريقة مضبوطة^(١) غير متحيزة، ولا يترك ذلك للحلقة الثانية، حيث يكون الطلبة قد بلغوا مستوى يحتاجون فيه إلى وقت لتنمية خبراتهم في تصميم وتنفيذ التجارب الخاصة بهم. ويدرك الأطفال معنى كلمة «غير متحيزة»، فهم مثلاً يشيرون بسرعة للطفل الذي يأخذ قطعة حلوى إضافية، إلا أنه يصعب على الأطفال الصغار جداً التحقق من تغير عامل واحد في أثناء إجراء التجارب، وباختيار المشاكل ذات المعاني القريبة للأطفال، يمكن للمعلم أن يعينهم على التعرف على بعض العوامل المتغيرة، فعلى سبيل المثال: إذا طلب من الأطفال إيجاد أفضل مكان لتجفيف أوشحة الدبدوب (جمع وشاح)، يتم توجيههم لإدراك أن المكان هو العامل الوحيد الذي يمكن تغييره خلال تجاربهم، إذ يمكن وضع هذا الشاح على حبل، أو على منضدة، أو في داخل دولاب (خزانة) الملابس، بينما ينبغي أن تبقى بقية المتغيرات ثابتة، وبالتالي

(١) التجربة المضبوطة هي التجربة التي يتم فيها تغيير عامل واحد فقط لقياسه مع بقاء باقي العوامل والظروف ثابتة (الترجمة).

عليهم أن يدركوا أنه ليس من العدل أن تنقع إحدى الأوشحة تماماً بالماء في حين يوضع بضعة قطرات فقط على الأوشحة الأخرى، أو أن يوضع أحدها مطوياً ليجف، في حين توضع الأوشحة الأخرى مفتوحة منفردة.

وكلما كبر الأطفال يجب أن يزيد إدراكهم بأن القياسات غالباً ما تكون ضرورية للتأكيد على حسن سير التجربة، كما ستعينهم على اكتشاف الفرق في النتائج المختلفة، وكلما أمكن فإنه يجب أن يقرروا بأنفسهم ماذا ومتى وكيف يقيسون الأشياء، لذلك فإن من الضروري أن يكون استخدام أداة القياس والدقة في أداء كل نشاط مقياساً لنمو فهمهم للرياضيات، وبما أن العلوم تمكنهم من تطبيق الرياضيات في مواقف حقيقية، فإن ذلك سيدفع الأطفال لبذل أقصى جهدهم للعمل بدقة.

فالتنبؤ والفروض مظاهر ضرورية للتفكير العلمي.. هذا ويمكن للأطفال أن يفهموا بسهولة ما نعيه بكلمة التنبؤ، وهناك فرص للأطفال ليخمنوا أو يتنبؤوا بما سوف يحدث في كل من مادتي العلوم والرياضيات، وبسبب شدة رغبة الأطفال لأن يكونوا مصيبين ويرضوا معلمهم نجدهم لا يخاطرون بأن يكونوا مخطئين، ولذلك لا بد للمعلم أن يقنعهم بأنه لا ضرر من تبين خطأ التنبؤ.. وعلى كل فإن الأطفال في بداية الأمر يميلون إلى إعطاء تخمينات عشوائية، ولكن ذلك يتحسن بتدريبهم على التمعن في ملاحظاتهم.

في البداية سنجد الأطفال يميلون إلى طرح فروض بعيدة تماماً عن المطلوب، ولكن بالتدريج سوف تتحسن هذه الفروض، وذلك بعد أن يتعلموا كيف يتفحصوا ويصححوا نماذج فروضهم المختلفة. هذا ويحتاج الأطفال للتوجيه قبل أن يقدروا على تطبيق الفرضيات واختبارها بثقة، وعندما يقوم

الأطفال بإجراء اختبار لفرضية ما، يمكن للمعلم أن يشجعهم على وضع استنتاج عام لملاحظاتهم. فعلى سبيل المثال، قد يختبرون مواد مختلفة لملاحظة إن كانت مقاومة للماء، وبعد تشجيعهم على فحص ملاحظاتهم بدقة، قد يستنتجون أن: «جميع المواد الحمراء مقاومة للماء»، وهذا الاستنتاج مقبول إن كان يتفق مع ما حدث في تجربتهم الخاصة، ويمكنهم بعد ذلك أن يجمعوا مجموعة من المواد الحمراء، والتي تنبؤوا بأنها جميعاً ستكون مقاومة للماء، ويختبروها ثانية ليرا إن كانوا مصيبين، فإن لم يكونوا كذلك، يمكنهم وضع استنتاج جديد، ولا يهم إن كان هذا الاستنتاج خاطئاً، فجميع الاختبارات سنحصل منها على معلومات.. وبعد الإختبار الثاني سيستنتج الأطفال أن: «لون القماش لا علاقة له بمقاومة الماء»، مثل هذا الاستنتاج يمكن أن يتطور إلى فرض علمي حقيقي يفسر حدوث شيء ما باقتراح سبب لنتيجة الملاحظة؛ فمثلاً، قد يرى الأطفال بعض النباتات تموت على عتبة النافذة، فيشجعهم المعلم على اقتراح لماذا أو كيف حدث ذلك، وقد يتم إعطاء عدة تفسيرات منها: لم تسق بكمية كافية من الماء، والنبات يحتاج الماء للنمو، أو التربة فقيرة بالعناصر الغذائية، والنبات يحتاج لهذه العناصر للحياة، أو أنها هوجمت من قبل الحشرات، والتي عملت على إتلافها. ولاختبار فكرتهم الأولى، يمكن للأطفال أن يسقوا مجموعة من النباتات ويقارنوها بتلك التي لم تُسقى، وهنا يحتاج الأطفال لمساعدتهم في إدراك أن الاختبارات يجب تكرارها عادة، وذلك لضمان أن المشاهدات متسقة مع بعضها، وأن النتائج الأولى لم تكن وليدة الصدفة.

ومن وجهة النظر المثالية، فإنه في نهاية المرحلة الثانية يجب على الأطفال أن يخططوا وينفذوا أبحاثهم بأنفسهم، وكلما اكتسب الأطفال خبرة وثقة في إجراء

الأبحاث فما على المعلم إلا أن يحدد التجربة، ثم يطلب من مجموعات الأطفال المختلفة أن يخططوا وينفذوا البحث معتمدين على أنفسهم في ذلك، وعندما يشعر كل من المدرس والأطفال بالثقة بالأبحاث المتاحة، يمكن تشجيع الأطفال على التفكير بمشاكلهم الخاصة، وتنفيذها بطريقة مناسبة.

هذه المهارات يجب تطبيقها وممارستها في مواقف مختلفة تغطي محتويات المعرفة المطلوبة في المنهج القومي، وكلما تعلم الأطفال مفاهيم جديدة، يمكن تشجيعهم على تطبيق ما تعلموه، أو في معرفة مكان استخدامه والكثير من الأنشطة التقنية تتضمن تطبيقات للمهارات والمعارف العلمية؛ فمثلا عند إعطاء مهمة للأطفال بتصميم وصنع ملابس للعبة (الدبodob) ليرتديها في المطر، فإن ذلك يتضمن تطبيق الأطفال لمعرفتهم عن المواد المقاومة للماء.

يجب أن تشكل المهارات الاستكشافية أساسا لجميع الأعمال العلمية، كما يجب على الأنشطة أن تهدف لتطوير كل من المهارات والمفاهيم على حد سواء.

الفصل الثاني

استكشاف المواد

استكشاف المواد

إن التركيز على استكشاف واختبار المواد المختلفة، يعد من أساسيات تدريس العلوم للحلقة الأولى^(١)، والسنين الأولى من الحلقة الثانية في المرحلة الابتدائية. حيث إنه من المتوقع أن يطبق الأطفال بعد ذلك هذه المعرفة في مواقف أكثر تعقيدا في سنوات الحلقة الثانية المتقدمة، ولذلك فإنه لا بد من توفير الأساس القوي المبني على الخبرة العملية عند الأطفال.

تطوير اللعب إلى بحث

في بداية المرحلة التمهيدية نجد الأطفال يستكشفون المواد خلال اللعب، ومن خلال تداولهم المواد المختلفة ولعبهم بها يمكن تشجيعهم على ملاحظة الشكل واللون والملمس، وما يحدث للمواد عند سحقها أو شدها أو ثنيها أو ليها؛ ولذلك فإن توفير تشكيلة واسعة من المواد هو أمر ضروري، وذلك لتعين المعلم على أن يحث الأطفال على المقارنة وملاحظة الاختلافات على مدى واسع من المواد. هذا، وإن أخذ مدى ملائمة المادة لوظيفة معينة بعين الاعتبار يعين على تركيز انتباه الأطفال على خواص المادة. إن الأطفال حتى وهم في عمر المرحلة التمهيدية لديهم القدرة على اختيار المادة المناسبة من مجموعة مواد وتعليل سبب اختيارهم؛ فعلى سبيل المثال، يمكنهم اختيار أفضل الأوراق لصنع الدمى، أو أفضل أنواع الصمغ لصنع الملصقات، ولكن ذلك لن يتم إلا عند توفير تشكيلة متنوعة من المواد ليختار منها، وفي بعض الأحيان سيختار الأطفال مواد غير مناسبة لوظيفة معينة، إلا أنه عند معاملة هذه التجارب

(١) الحلقة الأولى: تعني السنوات الأولى في المرحلة الابتدائية، والحلقة الثانية تعني السنوات الأخيرة في المرحلة الابتدائية «الترجمة».

الخاطئة وكأنها اكتشافات شائعة، وفي جو تربوي معزز ومعين للطفل، فإن ذلك سيعمل على اكتسابهم للمهارات العملية إلى جانب خلق استقلالية الذات.

هذا ويمكن تطوير استكشاف الأطفال للمواد خلال اللعب تدريجياً إلى أبحاث أكثر تنظيماً، وهذا التطور يمكن تبسيطه في خمس مراحل عامة وهي: اللعب غير الموجه، جمع وتحضير المواد، تصنيفها حسب خواص معينة، أبحاث بسيطة موجهة من قبل المعلم، وأخيراً الأبحاث ذات المشكلات المتشعبة. ويجب إتاحة الفرص للأطفال للعب غير الموجه، والاكتشاف الموجه، ولتطبيق معرفتهم على كل نوع من المواد المختلفة؛ وبذلك سيكونون قد قاموا بتجربة المواد المختلفة، وبطرق مختلفة في آن واحد.

أولاً اللعب غير الموجه

يجب أن توفر للأطفال بيئة مضبوطة متحكم فيها بدقة، غنية بالمواد المتنوعة الكثيرة، وهذه المواد يجب أن تكون ثابتة نسبياً، حتى يشعر الأطفال بالألفة والأمان مع بيئتهم، كما يقدر أن يغيروا ويطوروا من استجاباتهم لهذه المواد عند اكتشافهم إمكانية المواد المتاحة، وهذه المواد يمكن أن تتضمن:

* مواد خردة: وتشمل أحجاماً وألواناً وأنواعاً مختلفة من: الأوراق، القماش، الصوف، القش، الإسفنج، الصخور، الأصداق، وقطع من المعادن لعمل الملصقات والمجسمات.

* فرش بأنواع وأحجام مختلفة للرسم والتلوين.

* رمل جاف ورطب لإظهار الحالات المختلفة عند الصب في قوالب أو النحت، وصلصال وعجين للتشكيل والنحت وعمل المجسمات.

* ماء وأقماع وأنابيب وأوعية وقناني بأحجام مختلفة.

* ملابس (للأدوار المسرحية) ذات ألوان وأحجام مختلفة، ومصنوعة من أقمشة مختلفة الأنواع والمواد.

* خشب طبيعي ومعالج يختلف في سمكه وخشونته وحجمه.

* مواد بناء ذات مواد وأحجام وألوان وأشكال متنوعة.

وفي أثناء لعب الأطفال بالمواد والأدوات واستخدامها واستكشاف خواصها وإمكانياتها، يمكن للمعلم أن يتدخل في اللحظات المناسبة للنقاش والسؤال، وتطوير نشاط كل طفل. وبما أن الاستكشاف التام لجميع المواد يستغرق وقتا كبيرا، فإن على المعلم أن يحتفظ بسجل عن نشاط كل طفل من المواد المختلفة، وكيفية تفاعله معها؛ وذلك ليتمكن معرفة متى وكيف يتدخل، حيث إن الملاحظات الدقيقة الیقظة للمعلم، ومهارته في معرفة متى يتدخل في اللحظات الهامة، وعنايته بسجلاته عن تلاميذه هي مفاتيح لتوسيع دائرة قدراتهم.

في البداية قد يتجاهل الطفل الصغير السن المواد، أولا يبدي اهتماما كافيا بها، وكلما أصبح الأطفال أكثر إدراكا لامكانية المواد، نجدهم عادة ما يكررون عملهم لعدة مرات، فعلى سبيل المثال، قد يستمر الأطفال في إسقاط قطعة الحجر في الماء لفترة طويلة، وذلك لاختبار مدى ثبات خاصية أو فعل ما، وعادة ما نجد الأطفال غير راغبين في تدخل الكبار في هذه المرحلة، أما فيما بعد فهم يودون التعبير عن ملاحظاتهم، وفي هذه المرحلة يكون تدخل المعلم ضروري لتشجيع الأطفال على تطوير ملاحظاتهم بالتنبؤ عما سوف يحدث بعد فعل ما،

مثلاً أن يتنبأ بأن الحجر سيسقط ويشق طريقه في الماء نائراً قطراته ويغوص في النهاية، كما يمكن مساعدة الطفل على تطبيق مثل هذه الخبرة على مواد أخرى.

ثانياً: جمع وتحضير المواد مع المعلم

كلما بدأ الأطفال في الإدراك الكامل لخواص المواد المختلفة، يمكن للمعلم أن يوجه اهتمام الأطفال لخواص مختلفة للمواد أو أشكال متعددة منها. وهذا يمكن أن يكون جزءاً من معظم الأنشطة في صفوف الدراسة الابتدائية الأولى، فمساعدة الأطفال لمعلمهم في التحضير لمهارة أو حرفة ما، قد يتضمن تقسيم وتصنيف المواد إلى تراكيب وألوان وأحجام متنوعة. كما أن التحضير للرسم أو التنظيف بعده، وغسل اللعب والملابس تمكن المعلم من حث الأطفال على ملاحظة كيف تحتفظ المواد المختلفة بالماء، وأنها مقاوم للماء، وأنها تجف بسرعة، وأي الأماكن أفضل للتجفيف؛ كما أن اصطحاب الأطفال لشراء مكونات طبخة ما، أو تجميع مواد ملفقة للانتباه لاستعمالها في الصف، يمكنهم من التحدث عن الأشياء المختلفة والمقارنة بينها، حيث إن الطبخ يمكن الأطفال من ملاحظة التغيرات التي تطرأ على قوام المخلوط عند تسخينه أو مزجه.. هذه الأنشطة المستمرة تمكن المعلم من تشجيع الأطفال على الملاحظة الدقيقة، واستخدام جميع حواسهم، كما يعودهم تصنيف وترتيب الأشياء حتى تصبح بيئتهم ذات معنى بالنسبة لهم، وإثارة فضولهم وتشجيعهم على الاستفسار عما يرونه حولهم.

ثالثاً: أنشطة يوجهها المعلم لتصنيف المواد حسب خاصية معينة

يستطيع المعلم من خلال استخدام تشكيلة متنوعة من المواد أن يلفت انتباه

الأطفال لخاصية أو خاصيتين لهذه المواد، كما يمكن توسيع رقعة العمل هذه في وقت اضافي لتشمل مقارنة الخواص أو المواد المختلفة مع بعضها بعضاً.

وعندما يحاول الأطفال تفسير ملاحظاتهم فإنهم يحتاجون إلى استخدام مصطلحات وصفية مثل: (خشن، لين، مصقول، صلب) إن استخدام هذه المصطلحات نادراً ما يشكل مشكلة لمتحدثي اللغة الأم بطلاقة، ولكنها أحياناً تسبب مشكلة للأطفال الذين تكون لغتهم الأولى غير ذلك، وتعد الدراسة العملية للعلوم وسيلة فعالة جداً في تطوير اللغة، فعند الإعداد لخاصية ما نقدم للأطفال مصطلحاً واحداً فقط، مثل صلب أو غير صلب، فالأطفال يتعلمون معاني الكلمات بسرعة أكبر عند سماعها واستخدامها في مكانها المناسب، وهنا يكون استخدام الصور غير كاف لتوضيح الكلمات اللفظية مثل: خشن، رطب، أو حامض، كما يوجد تداخل كبير بين هذه الدراسة العملية والمهارات الحسية، وذلك عند إمداد الأطفال بمهمات أكثر تعقيداً.

ويتضح التطور عند الطفل بقدرته على التالي:

أ- تصنيف المواد بالاستناد إلى خاصية واحدة فقط مثل: أحمر وغير أحمر، قابل للسحق والهرس وغير قابل للسحق والهرس.

ب - التصنيف بالاستناد إلى صفتين للمادة مثل: (صلب أو رخو) و (خشب أو معدن).

ج - جمع مواد إضافية مناسبة، إلى جانب تلك التي تم إمدادهم بها، وذلك ليتم ضمها إلى المجموعة.

د - التصنيف بالاستناد إلى ثلاث خواص.

هـ- تصنيف المواد التي تحتوي على مجموعات متداخلة، مثل: أشياء تطفو - أشياء تغوص - أشياء تغوص وتطفو.

و- اقتراح طريقة مناسبة لتصنيف المواد وتنفيذ المهمة بطريقة صائبة.

وإلى جانب هذا النمو يمكن تشجيع الطفل على وصف الأشياء المعتادة، مستخدماً أعداداً متزايدة من الخواص وجميع حواسه، ويمكن زيادة تعقيد ذلك بعرض مجموعة من الأشياء غير المعتادة أمام الطفل، ومساعدته على وصفها باستخدام عدة خواص بسيطة.

رابعاً: إجراء تجارب بسيطة لبحث الخواص بتوجيه المعلم

بمتابعة اهتمامات الأطفال المتولدة خلال اللعب يمكن للمعلم أن يحسن ملاحظاتهم؛ فعلى سبيل المثال عند اللعب بالصلصال، يمكن لطفلين أن يقوموا بشد الصلصال لأقصى ارتفاع يستطيعان أن يصلا إليه، ثم يشاهدان أي قطعة من الصلصال ستنهار أولاً، ويمكن للمعلم أن يطور هذا الاهتمام بعمل تشكيلات مختلفة من الصلصال مع الأطفال، لملاحظة إن كان ذلك يشكل أي فرق على انهيار قطعة الصلصال، كما يمكن كذلك استخدام الصلصال المحفوظ لعدة أيام، وذلك كنوع من المقارنة، وعند اللعب بغسل الملابس يمكن للأطفال ملاحظة أن بعض المواد تجف أسرع من الأخرى، وبعد ذلك يمكنهم قطع شريطتين أو ثلاث من مواد مختلفة بنفس الحجم، ويتم نقعها بالماء، ثم ترك لتجف، ويتم ملاحظة أيهم تجف أسرع.

خلال ذلك يجب مواصلة الحرف اليدوية وعمل النماذج، مستخدمين في ذلك أكبر مجموعة من المواد المختلفة، كما يتم إشراك الأطفال في صنع القرارات

وإجراء الاختبارات لمعرفة أي المواد يفضل استخدامها في التجارب.

إن استخدام قصص الخيال وغيرها من القصص يمكن أن تشكل نقطة البداية، حيث إن قصة حول حفلة يقيمها وحش غريب قد تقود الأطفال لصناعة دمي متحركة للوحوش، وهو أمر يتضمن محاولة استخدام مواد لاصقة مختلفة، ومواد خام أو أشرطة لتثبيت مجموعة من الملابس أو الأوراق أو البطاقات، وفي جزء آخر من الحفلة يمكن للأطفال صنع الجيلي (الحلوى الهلامية) حيث يتيح ذلك الفرصة للأطفال لملاحظة كيفية غليان الماء وذوبان الجيلي، وكيف يتخثر الخليط، وكيف يسلك عند انضغاطه أو خفقه، كما يمكن للأطفال اختبار تأثير الكميات المختلفة من الماء على عمل الجيلي.

خامساً: الأبحاث المتشعبة لخواص المواد

تدريجياً يمكن اقتراح أنشطة حرة ذات مشكلات متشعبة تتطلب استخدام المواد التي كان يستكشفها الطفل، فعلى سبيل المثال، يمكن اقتراح عمل قارب ورقي فوق سطح الماء، أو اكتشاف أفضل المواد لعمل غطاء إبريق الشاي أو صنع أرجوحة متحركة تستطيع حمل ثقل دمية، أو إيجاد أفضل أنواع الورق لتغطية الطاولة أثناء ممارسة المهارات اليدوية، كما يحتاج الأطفال للعديد من الفرص والتشجيع لطرح أسئلتهم والبحث عن إجابات لها.

استكشاف مجموعة متنوعة من المواد

باستخدام الطرق السابقة يمكن للأطفال تعرّف مجموعة من المواد؛ في البداية يكون ذلك بطريقة عامة، ثم بعد ذلك بتركيز الاهتمام على خواص معينة، وبذلك فهم يحتاجون للفرص الكافية لاستكشاف المواد المختلفة في

حالات المادة الثلاث، وذلك لتمدهم بأساس ضروري يمكنهم من تصنيف المواد إلى حالاتها الثلاث: (صلبة - سائلة - غازية) في وقت لاحق، وفي بقية هذا الفصل سندرس كيف يمكن للأطفال بحث الهواء والغازات الأخرى، والسوائل، وسلسلة واسعة من المواد الصلبة.

الهواء

ما الهواء؟

يمكن استهلال الأنشطة بملاحظة الأطفال للفقاعات في أثناء لعبهم بقطع الأسفنج أو القناني في الماء، وملاحظة تطاير الأوراق في أثناء هبوب الرياح أو عند حصولهم على بالونة في حفلة، وبعد ذلك يمد الطلبة بعدة أنشطة، وذلك لتوسيع إدراك الأطفال بأن الهواء مادة، حتى وإن لم تكن نستطيع رؤيتها، ويمكن تعزيز هذا المفهوم بإتاحة الفرصة للأطفال للعب بأجهزة وأدوات ماثلة بعد أنشطة موجهة مناسبة.

ويمكن إعطاء الأطفال بالونتين، إحداها منفوخة والأخرى فارغة، ويطلب منهم التحدث عن كل من البالونتين، ومحاولة تفسير الاختلافات بينهما، وهنا يمكن تشجيع الأطفال على إجراء تجارب أكثر مع البالونات؛ إذ يمكن أن يطلب منهم أن ينفخوها ثم يتركوا الهواء يخرج منها. ترى هل يمكنهم إخراج الهواء بسرعة أم ببطء؟ كيف؟ هل يمكنهم إصدار أصوات مختلفة باستخدام البالون؟ هل يمكنهم أن يقترحوا ماذا يوجد بداخل البالون؟ حتى سؤال بسيط مثل هذا قد يقود لإجابات غير متوقعة، مثل أن يقولوا: «الله موجود بداخلها»، ومثل هذه الإجابات يفضل أن يناقشها المعلم معهم، هذا

ويمكن اعداد أنشطة أخرى؛ مثلاً: هل يمكنهم إيقاف الهواء الخارج من البالون؟ أو ما هي الطرق المختلفة التي يمكنهم إيجادها لإخراج الهواء من بالونة مغلقة؟ (باستخدام إبرة، أو الجلوس على البالون، أو بدفعها، أو الضغط عليها)، ويمكننا أن نبرهن للأطفال على أن للهواء قوة عند حبسه أو حجزه؛ حيث يمكنهم محاولة تسطيح بالونة متنفخة دون أن تنفجر، أو وضع طابوقة ثقيلة على صينية محمولة على أربعة بالونات منفوخة، وذلك لتوضيح كيف يمكن للإطارات حمل السيارات.

بعد استكشاف البالونات يجب أن يصبح الأطفال قادرين على تفسير كيف يمكن تحضير الألعاب القابلة للنفخ، مثل كرات الشاطئ، وطوق اليد الخاص بالسباحة، وإعدادها للاستعمال، كما يفسرون ماذا سيحدث لهذه الأشياء إذا استخدمت بطريقة سيئة أو عند ثقبها.

الفقاعات الهوائية

يمكن توفير الفرص للأطفال لمعرفة ماذا سيحدث لفقاعات الهواء تحت الماء، وذلك عن طريق إمدادهم بالبالونات، أنابيب المصاص البلاستيكية، قناني زجاجية، مرطبات بأغطية أو بدونها، أباريق ومنفاخ الهواء للعب بها في الماء.. وهنا نؤكد أن المناقشة تساعد الأطفال على تطوير ملاحظاتهم، وتشجعهم على أن يكونوا محبين لاستطلاع ما يرونه، فقد يسأل المعلم عن أي اتجاه تتحرك فيه الفقاعات، أو هل يمكن للأطفال أن يقترحوا سبب ارتفاع الفقاعات للأعلى؟ وهل يمكن حجز الهواء أسفل الماء؟

إن الأطفال يستمتعون بنفخ فقاعات الصابون الكبيرة، وهنا يجب على

الأطفال أن يلاحظوا مرة أخرى كيف تبدو الفقاعات، وكيف تتحرك، وما يحدث لها، وماذا يوجد داخل الفقاعة؟ وما الذي يحجز الهواء؟ وهنا مجال واسع لتطوير أعمال شفهية وكتابية خلاقة.

يمكن للأطفال بحث طرق مختلفة لعمل الفقاعات، حيث يمكنهم استخدام أيديهم أو دوائر ومربعات من الأسلاك، أو أسلاك حلزونية، ليكتشفوا أيها أكثر فعالية، وربما يقترحون لماذا كانت طريقة معينة أفضل من غيرها، كما يمكن صنع الفقاعات، وذلك بالنفخ في ماء مخلوط بالألوان وقليل من سائل الغسيل، كما أن وضع قطعة من الورق على سطح الفقاعات يطبع شكل الفقاعات. ترى كيف يمكن للأطفال أن يغيروا من حجم وعدد الفقاعات؟.

الهواء المتحرك

إن حركة الهواء تسبب تأثيرات توضح أنها مادة حقيقية، وأن لها قوة، وقد يكون الأطفال قادرين على ربط صوت الرياح القوية مع الصوت الصادر عن خروج الهواء من البالون، كما يمكنهم الذهاب في رحلة للبحث عن آثار حركة الهواء، وتجميع صور عن نشاط الرياح.. هذا ويمكن للأطفال الذين كانوا يعيشون في بلاد أخرى أن يشاركوا باستعراض خبراتهم في الرياح الموسمية أو العواصف.

هذه الملاحظات الابتدائية يمكن تطويرها بالطلب من الأطفال التفكير في طرق لتحريك قطعة من الورق، وهنا قد يحاولون النفخ أو استخدام البالون أو إغلاق الباب أو الكتاب فجأة.

كما أن سباق نفخ الأوراق قد يحث الأطفال على ابتداء اختبارات لاختبار أفضل الأوراق والتصميمات لزيادة السرعة، ويمكنهم بعد ذلك القيام بتجربة لإيجاد أي نوع من الأوراق سيتطاير بشكل أسرع، ولضمان الضبط في هذه التجربة، فإنهم يحتاجون لاستخدام الحجم نفسه من الأوراق، وأن ينفخوا عليها جميعا بطريقة واحدة. أما ما ينبغي تغييره فهو نوع الورق فقط، فمثلا يمكن استخدام ورق الطباعة والأوراق المجعدة وأوراق السكر، كما يمكن للأطفال إجراء اختبار لمعرفة أي شكل مسطح هو الأسرع. وأخيرا يمكنهم إجراء الاختبار لمعرفة أفضل طريقة لاستخدام الجريدة اليومية كمضرب؛ هل يكون ذلك عند طيها أو تركها مفرودة؟.

إن تحريك الأشياء الثقيلة أكثر صعوبة على الرياح من تحريك الأشياء الخفيفة، ويمكن للأطفال اختبار ذلك بإيجاد المسافة التي يمكنهم أن ينفخوا بها علبة الثقب المحملة بأعداد مختلفة من كرات البلي (جمع بلية)، كما يمكن للأطفال محاولة اختبار أثر اختلاف السطح على حركة الأشياء.. وهنا يجب تنبيه الأطفال بأن يحاولوا القيام بتجاربهم هذه بطريقة منسجمة مع القواعد المتبعة، وأن يقرحوا أسباب نتائجهم التي حصلوا عليها من هذه التجارب.

كيف نستفيد من الهواء؟

يجب تشجيع الأطفال كلما أمكن على البحث عن تطبيقات أو مواقف تتضمن المبادئ التي تعلموها، وفي حالة الدراسة عن الهواء، فإن بإمكانهم صنع لوحات أو مجسمات أو كتيبات توضح استخدامات الهواء، وبما يمكن أن تضمه هذه المجموعة: المجففات، المراوح، منفاخ هواء الدراجة، أجهزة التسخين المروحية، البالونات وأطواق اليد الخاصة بالسباحة.

وعادة يمكن استخدام الهواء في نفخ الأشياء لجعلها تطفو، كما يُستخدم في تحريك الأشياء وتجفيف الملابس، وتلطيف درجة حرارة الإنسان والمكان، وكذلك تدفئة الغرف، ولقد سبق لنا مناقشة استخدام الهواء في نفخ الأشياء، أما فكرة أن يستخدم الهواء في تحريك الأشياء؛ فإنه يمكن تنمية هذا المفهوم بصنع الطائرات الورقية، والطواحين الهوائية، والطائرات، والأعلام الخفاقة، وبالونات الهواء الساخن (انظر الفصل الرابع). كما أن صناعة المراوح الورقية تُعين الأطفال على إدراك تأثير الهواء في تبريد الأجسام، أما التجارب البسيطة لاختيار أفضل الأماكن لتجفيف الملابس، فسيتم مناقشتها لاحقاً في هذا الفصل.

الغازات الأخرى

معظم الغازات الأخرى خطرة جداً للسماح للأطفال بالتجربة بها. إلا أنه قد تتاح الفرصة للإشارة للأطفال عن طرق استخداماتها، فقد يكون في منزلهم فرناً يعمل بالغاز، وقد يرون بالونات الهواء الساخن، أو يتم إعطاؤهم بالونات الهيليوم في حفلة أو سوق خيرية.

كقاعدة عامة: فإن تدريس العلوم للأطفال الصغار يجب أن يبنى على الخبرات العملية المباشرة، أما المصادر الثانوية، فإنها مناسبة فقط لتنمية الجانب العملي، أو للبحث على أفكار للأنشطة العملية، أو كما في هذه الحالة عندما يكونون غير قادرين على استخدام المواد لأسباب تتعلق بالأمن والسلامة.

السوائل

ما السائل؟

إن مجال دراسة السوائل المختلفة أكبر منه في حالة الغازات، ويمكن أن يبدأ

البحث حول سبب وجود المواد بحالة سائلة، حيث قد يكون عند الأطفال عدة اقتراحات لتفسير هذا المفهوم. إن تحضير وترتيب الطعام يتضمن عادة تشكيلة متنوعة من السوائل، ويمكن للمجموعات المختلفة من الأطفال تحضير الحساء، الجيلي، شطيرة ترشح بالعسل، وعصير الفواكه، كما يمكن للآخرين الرسم أو التجريب بالألعاب المائية.

هناك الكثير من السوائل الرخيصة الثمن والأمنة التي يمكن للأطفال التعامل معها، ومثاله: الماء، زيت الطبخ، العسل، صلصة الطماطم والخل، ومع ذلك، فإنه من الضروري مناقشة مخاطر تذوق أو شرب الأشياء غير المعروفة قبل فحصها. في البداية يمكن للأطفال محاولة وصف لون السائل، تركيبه، سمكه، لزوجته، رائحته، طعمه، ومدى سهولة صبه أو سكه، كما يمكن مقارنة سائلين لمعرفة الصفات التي تتشابه وتختلف فيها. إن عمل كل طفلين مع بعضهما أو في مجموعات صغيرة تعمل على تحسين نوعية ملاحظاتهم، حيث يحفزون بعضهم بعضاً بالأفكار المختلفة، ومن هذه الأنشطة المتنوعة يمكن للأطفال محاولة تقرير صفات السائل، فقد يقترحون بعض الأفكار، مثل أنها قابلة للسكب والاندلاق، وناعمة اللمس، ومثل هذه الإفادة يمكن التحقق منها بجمع المواد السائلة المختلفة، وغير السائلة.

فالسوائل أساساً هي القابلة للسكب، ولكن بعض المواد الصلبة أيضاً تبدو قابلة للسكب كذلك، كما في حالة الرمل الجاف.. وإذا حاول الأطفال استخدام المجهر «الميكروسكوب» أو العدسة المكبرة يمكنهم اكتشاف أن الرمل يتكون من حبيبات صغيرة، والحبيبة الواحدة بمفردها غير قابلة للسكب، كما أن الرمل الجاف يمكن تكديسه في أكوام، أما السوائل فتجد طريقها دائماً إلى أقل

المستويات انخفاضا، كما يمكن للأطفال الاستزادة عن طريق المقارنة بين السوائل والحبيبات؛ حيث يمكن للأطفال فحص الأرز المطحون والملح والأرز والسكر إلى جانب الرمل، ومقارنة انسكاب كل من الماء والأرز؛ هل يبدو أن متشابهين من الأعلى؟ وماذا يحدث عند طرق المرطبان بخفة؟ وماذا يحدث له عند إمالة إلى جانب واحد؟ تهدف هذه التجربة إلى أن يلاحظ الأطفال أن للسوائل مستوى سطحي، وأن السوائل تعود لمستواها السطحي هذا بسرعة بعد اضطرابها، كما أن السوائل تملأ أكثر الأماكن انخفاضا أولا، وعند سكب الماء في وعاء يوجد في قاعه صخور كبيرة، نجد الماء يملأ الفراغات طبيعيا بين هذه الصخور، في حين أن الأرز يجب أن نتعمد نشره بطريقة معينة لملء هذه الفراغات.. وحين انتهاء الأطفال من المقارنة بين الأرز والماء، يمكنهم بعد ذلك التنبؤ والمقارنة بين سلوك زوج آخر من المواد كالحليب والملح مثلا.

الماء

استخدام الماء

إن التنزه في أرجاء المدرسة والمنطقة المحيطة بها ستمكن الأطفال من إعمال فكرهم حول أين ولماذا يستخدم الماء؟ فعلى سبيل المثال: يستخدم الماء لري المزروعات، كما يشربه كل من الإنسان والحيوان، ولطهي الطعام، وتنظيف أنفسنا والأشياء من حولنا، وللسباحة. (أهمية الماء للأشياء الحية تم تغطيتها في الفصل الثالث).

إن فعالية الماء في التنظيف يمكن بحثها بسهولة، حيث يمكن لفريق يتكون من أربعة أطفال أن يلون يديه ويتركها لتجف، ثم يغسلوا أيديهم بعد ذلك، مع

ملاحظة أنهم يستطيع أن يجعلها الأنظف، حيث يستخدم أحد الأطفال الماء البارد، والآخر الماء البارد والصابون، والثالث يستخدم الماء الدافئ، والآخر الماء الدافئ والصابون. إن عدد المتغيرات في هذه التجربة محدود، ولذلك فإنه من الأفضل أن نطلب من الأطفال التفكير بطريقة لجعل تجربتهم مضبوطة، فمثلاً، إن كمية ونوع الألوان يجب أن تكون ذاتها، كما أن كمية الماء وعدد مرات حركة الأيدي خلال الغسيل يجب أن تكون متساوية كذلك.. وبعد إجراء نشاط كهذا يمكن للأطفال أن يتقبلوا بطريقة أفضل أهمية غسل الأيدي بطريقة صحيحة لأسباب صحية، كما يمكن إجراء نشاط مماثل مع كل من الأكواب والأقمشة المتسخة.

تغيير حالة الماء بتسخينه أو تبريده

إن الماء حقاً مذهل للأطفال لأنهم يستطيعون رؤيته يتحول من الحالة الصلبة إلى السائلة ثم إلى الغازية، وإذا راقب الأطفال الماء وهو يغلي في إبريق ذي صافرة أو في قدر صغير ذي غطاء، فإن بإمكانهم ملاحظة وسماع الفقاعات وارتفاع البخار، وقد يكون بإمكانهم اقتراح سبب الصفير أو ارتفاع الغطاء، وإذا وضع طبق بارد في طريق البخار، يمكنهم رؤية بخار الماء يتكثف إلى سائل مرة أخرى.

وخلافاً لغلي الماء، فإن الأطفال الصغار يمكنهم تناول الثلج وإجراء تجارب عليه، والأيس كريم يمكن أن يكون بداية مثيرة للبحث، وقد يحتاج المعلم لتنبيه الأطفال لملاحظة أن حلوى الثلج المتجمدة تشغل حيزاً أكبر من الماء الأصلي، ويمكن أن يتبع ذلك بحث عن مكان صنع الثلج؛ حيث توضع أوعية

الماء في أماكن متعددة ومتنوعة، على سبيل المثال: في الشمس، داخل الثلاجة، في بيت الثلج (الفريزر)، وفي خزانة مظلمة. وسيدرك الأطفال أننا نحتاج لمكان بارد جداً لتكون الثلج، كما يمكن لكبار الأطفال ترك ترمومتر في الماء لمعرفة مدى درجة البرودة التي تحتاجها. ومتى اكتشف الأطفال أين يمكن تكون الثلج، يمكنهم بعد ذلك ملء أوعية ذات أحجام مختلفة لمعرفة إن كانت كمية الماء تؤثر على سرعة تجمد الماء!.

وعند تكون مكعبات الثلج يمكن للأطفال دراسة معدل انصهارها؛ كم تستغرق من الوقت للانصهار؟ أين تنصهر مكعبات الثلج بسرعة أو ببطء؟ وإذا وضعت عدة مكعبات من الحجم ذاته في المكان ذاته، ترى هل ستنصهر بنفس المعدل؟ أم تختلف؟ وهل يمكن للأطفال التفكير في طريقة لإيقاف انصهار مكعبات الثلج؟ وإذا اشتروا الآيس كريم، هل يمكنهم منع انصهارها لحين أخذها إلى المنزل؟ إذا فكر الأطفال بتغليف الحلوى، يمكنهم اختبار فكرتهم باستخدام مكعب ثلج، حيث يمكنهم تغليف أحدهما وترك الآخر دون تغليف، ثم التحقق مما سيحدث لهما بعد مضي نصف ساعة من الزمن.

كما يمكن للأطفال أن يروا كيف تتحول المواد الصلبة إلى سائلة وبالعكس، وذلك عند استخدام الشموع.

تغيير الماء بإضافة أشياء إليه

لا يستخدم الماء دائماً في حالته النقية، فعادة ما يكون مخلوطاً بشيء آخر، وهنا يمكن للأطفال التفكير بالمناسبات التي نمزج فيها الماء، فعلى سبيل المثال: يخلط بالصابون للتنظيف، وبالأصباغ لجعلها قابلة للاستعمال أو لتخفيفها، أو

بالألوان والأطعمة الأخرى لصنع الأنواع المختلفة من الطعام.

ويحتاج الأطفال لمجموعة متنوعة من الأشياء التي تذوب والتي لا تذوب في الماء، وذلك للبحث عما يمكن حدوثه عند مزج الأشياء المختلفة بالماء، حيث يجب أن يمزجوا هذه المواد بالماء، ثم يلاحظوا بدقة ماذا يحدث؟ ولبداية جيدة يمكن استخدام أشياء مثل مسحوق الصابون، السكر، البن، الطباشير، أقلام الشمع البيضاء أو الملونة، نشارة القلم الرصاص، البذور، زيت الطهي، التربة، معجون الطماطم، كما أن الأطفال قد يقترحوا مواد أخرى إلى جانب تلك التي تم ذكرها.. إن إضافة المواد للماء يبطئ تمكن الأطفال ليس فقط من ملاحظة أن بعض الأشياء لا تمتزج بالماء، ولكن أيضا كيف تسقط الأشياء الثقيلة إلى القاع، والأشكال التي تصنعها السوائل الأخرى عند انتشارها خلال الماء، وأن بعض المواد تحتاج إلى مزجها قليلا بملعقة أو عصا للذوبان، في حين أن الأخرى لا تحتاج لذلك. وأن معدل الذوبان يختلف، وأن بعض المواد تبدو وكأنها تذوب ثم بعد ذلك تترسب، وأن بعض المواد التي لا تذوب تغوص في القاع، في حين أن الأخرى تطفو فوق السطح.. وهنا نؤكد أنه عند توفير الكثير من الوقت للأطفال للملاحظة ومناقشة اكتشافاتهم يمكن تقديم مصطلحات، مثل تذوب، حيث يكونون عندئذ مزودين بالخبرة العملية التي تعينهم على الإدراك الكامل لهذا المفهوم.

الطفو والغوص

إن الأشياء التي لا تذوب، إما أن تغوص أو تطفو أو تبقى معلقة، وعدم إتاحة الفرصة للأطفال للتجربة في الماء يؤدي لسوء فهم الكثير من المفاهيم

المتعلقة بالطفو، وحتى الأطفال البالغين إحدى عشرة سنة من العمر يمكن أن يقولوا بأن جميع الأشياء الثقيلة تغوص، أو قد تنشأ عندهم فكرة أن جميع الأشياء الصلبة من معادن أو زجاج ستغوص، فبدون الخبرة العملية لن يتجه التفكير إلى الشكل كعامل أساسي.

إن إجراء التجارب الكثيرة مع الماء يقلق المعلمين لما يسببه من فوضى كبيرة في الصف، ولكن تغطية الطاولات بالأغطية البلاستيكية والجراند كفيل بمعالجة أي ماء مراق أو متناثر عرضيا، وإذا كانت الأدوات محدودة، فإن بإمكان مجموعة من الأطفال أداء الجانب العملي في حين يستمر الآخرون في أعمال أخرى، كما أنه من الممكن العمل كفصل كامل عن طريق إمدادهم بوعاء للغسيل لكل أربعة إلى ستة أطفال، والقاعدة هنا هي: «أن الأطفال الذين يعتمدون العبث عند التعامل مع الماء، لا يمكنهم المساهمة في العمل»، وهذه عقوبة جيدة رادعة لهم. وإذا كان من المتوقع من المجموعات تقديم تقرير عما يقومون به أمام الصف بأكمله، فإن ذلك سيكون دافعا لهم للمساهمة بفعالية تامة، كم أن الأطفال يحبون اللعب بالماء ويستغرقون تماما بالتحديات المتمثلة أمامهم، ويكونون مهتمين جدا بعملهم، لدرجة ينسون فيها حتى مجرد التفكير بإساءة التصرف.

إن الأطفال في المرحلة التمهيديّة يحتاجون العديد من الفرص للتعامل مع مجموعة متنوعة من المواد في الماء، ويمكن استخدام المواد المختلفة كجزء من اللعب بالماء في أوقات مختلفة، مثل أشياء كبيرة وثقيلة تطفو، أشياء صغيرة تغوص، تشكيلة واسعة من المواد تتضمن الخشب، المعادن، البلاستيك وأشياء تمتص الماء مثل الأقمشة والإسفنج والطباشير. إلا أنه، وكلما أمكن، فإنه يجب

تجنب المواد التي تصدأ أو لها حواف حادة. إن الأطفال يحتاجون للملاحظة الدقيقة لما سيحدث عند وضع الأشياء في الماء، والأسئلة الماهرة من المعلم ستحسن نوعية ملاحظاتهم؛ هل تغوص المواد الثقيلة في الحال؟ هل تستغرق وقتاً طويلاً للوصول إلى القاع؟ كيف تبدو المواد التي تغوص ببطء؟ وكيف يتحرك الجسم في الماء؟ وهل يخرج شيء ما عند غوص الجسم؟ (الهواء) كيف يبدو ملمس المواد الطافية؟ وفي أي اتجاه تتحرك لأعلى عند طفوها؟ وكيف تتحرك على سطح الماء؟ ماذا يحدث عند نفخ أو طرق الماء بخفة؟ كما يمكن تشجيع الأطفال على توجيه أسئلة لبعضهم واقتراح مقياس لتصنيف الأجسام.

وبعد مضي وقت على الملاحظة العابرة والمناقشة، وربما التسجيل، يمكن تركيز انتباه الأطفال على العوامل التي تؤثر على الطفو، حيث إنه من الضروري أن نبدأ بفكرة الأطفال عن الطفو، واستخدام مجموعة متنوعة من المواد تتضمن أشياء قد لا تتصرف — حسب توقعات الأطفال — سيثير أسئلتهم وتفكيرهم. وهذه الأشياء يمكن أن تحتوي على: نفاحة، وقينة زجاجية مسدودة بسدادة، وحذاء للتنس، وطابوقة، وريشة، وبالونة منفوخة، وصفيحة فارغة بغطاء، وصفيحة مليئة بالفاصوليا مثلاً، ويمكن بداية سؤال الأطفال للتنبؤ عن أي المواد ستطفو وأياها تغوص، وذلك قبل تجربتها في الماء. وعادة ما يكون الأطفال شديدي الحماس لإرضاء معلمهم بالوصول إلى الإجابات الصحيحة، ولذلك فإنه من الواجب على المعلم هنا أن يؤكد للأطفال أنه لا ضرر من عدم صحة هذه التنبؤات، وإنما هو الإجراء العلمي الطبيعي، والذي يمكن العلماء من وضع فرضياتهم التي يمكن اختبارها فيما بعد. وعادة ما يكون اهتمام وحماس العلماء بنفس القدر عند ثبات عدم صحة نظريتهم، كما هو في حال ثبات صحتها تماماً.

وبعد تنبؤ الأطفال يمكنهم اختبار الأجسام، حيث ستكون ملاحظاتهم وتعليقاتهم دليلاً إلى الأنشطة اللاحقة التي يحتاجونها، فإذا قالوا بأن جميع الأشياء الثقيلة تغوص، يجب عليهم بعد ذلك فرز مجموعة من الأشياء الثقيلة، وأخرى من الأشياء الخفيفة ثم تجربتها، وإذا قالوا بأن الأشياء الصلدة تغوص، فإننا نحتاج هنا لإجراء نشاط مشابه لفرز وتجربة الأشياء.

إن إيجاد المشاكل المتشعبة سيحفزهم إلى تفكير أعمق؛ فهل يمكنهم جعل الأشياء الطافية تغوص؟ أو هل يمكنهم جعل الأشياء الغائصة تطفو؟ يمكن جعل الأشياء الطافية تغوص بزيادة ثقلها، وذلك عن طريق إخراج أي هواء بداخلها أو ملئها بالماء؛ فعلى سبيل المثال، الأوعية المفتوحة ستغوص بجعل فتحتها إلى أسفل، كما أن القنينة ستغوص عند ملئها بالماء؛ والخشب سيغوص كذلك إذا أضيفت إليه أثقال كافية. أما بالنسبة للجسم الغائص فإنه سيبدأ في الطفو إذا أضيف إليه هواء، فمثلاً يمكن أن يطفو ماسك الورق المعدني إذا ربط في بالون، كما أن جسماً غائصاً يمكن أن يطفو عند وضعه على جسم طاف، كقطعة خشب مثلاً.. هذا النوع من الأنشطة يمكن الأطفال من إدراك أن المحتوى الهوائي عامل هام في عملية الطفو والغوص.

إن أهمية الشكل تكون عادة غير واضحة أمام الأطفال، وإذا أعطوا قطعة من الصلصال، وطلب منهم أن يجعلوها تطفو، فإن الاحتمال الأكبر هو اعتقادهم بأن هذه المهمة مستحيلة، وعن طريق المحاولة والخطأ سيكتشفوا بأن جعل قطعة الصلصال رقيقة جداً ومسطحة، أو على شكل قارب سيجعلها تطفو. ويمكن توسيع نطاق هذه المشكلة بسؤال الأطفال عما يستطيع أن يجعل قطعة من الصلصال تحمل أكبر ثقل ممكن؟ (وستكون وحدة الجرام هنا مفيدة

لتقييم كتلة الأثقال)، ومن المأمول أن يكون الأطفال قادرين الآن على إدراك كيف تطفو السفن المعدنية الثقيلة.. وفي هذه المرحلة يكفي أن يعرف الأطفال أن الشكل مهم، ولاحقا سيتعلمون أنه عند وضع جسم في الماء، فإنه يؤثر عليه قوتان متضادتان، حيث تسحب الجاذبية الأرضية الجسم للأسفل في حين أن الماء ينتج قوة دفع للأعلى، وقوة الدفع على شكل ذي قاعدة عريضة، يكون أكبر من قوة الدفع على جسم مطوي على شكل كرة يحوي الكمية نفسها من المادة. (أنظر الفصل العاشر).

المواد الصلبة

من العلامات المميزة المألوفة (والسليمة في الوقت ذاته) وجود مجموعات مثيرة من الأشياء في الفصول الدراسية التمهيدية (الحلقة الأولى)، حيث إن الملاحظة والتصنيف وترتيب الأشياء على أساس اختلاف الصفات أنشطة أساسية للتطور المبكر لكل من مادتي العلوم والرياضيات. وكجزء من الأنشطة الاعتيادية المستمرة، يصنّف صغار الأطفال المواد إلى مجموعات على أساس لون، أو شكل معين، أو نوع مادة معينة، إلا أنه عند نضجهم، فإنه يجب عليهم بحث الخواص وأنواع المواد بتعمق أكبر.. وعندما يقوم الأطفال في نهاية الحلقة الأولى أو الحلقة الثانية بدراسة تفصيلية عن الخواص، مثل القوة، والصلادة، والمرونة، والامتصاص، فمن الأفضل أن يتم ذلك كجزء من دراسة عامة لمادة معينة، وفي الجزء التالي سيتم دراسة الأقمشة والخشب والورق كمثال على ذلك.

الأقمشة

يمكن إثارة اهتمام الأطفال بالأقمشة عن طريق الملابس الجديدة لشخص

ماء، أو كتاب عن الملابس، أو من خلال لعب الأطفال بالدمى. إنه لمن المفيد توفير مجموعة متنوعة من الملابس يرتديها الأطفال للعرض أو لأداء دور في مسرحية، ودمى ذات أحجام وتمثل ثقافات مختلفة، ليستخدمها الأطفال، كما أن البدء باستخدام الملابس الحقيقية بدلا من قطع الأقمشة يفيد الأطفال في فهم أن العلوم وثيقة الصلة بحياتنا العملية.

ويستطيع المعلم أن يطلب من الأطفال فحص الملابس التي يرتدونها؛ هل يمكنهم وصفها من حيث، لونها، وتركيبها، وتصميمها، ونوعها؟ هل هي ذات ملمس خشن؟ ناعمة، دافئة، وزنها وسمكها، ماهي ملابسهم المفضلة؟ وما هو المميز فيها؟ ماذا يرتدون للمناسبات المختلفة، مثل الجو الرطب أو حفلة ما؟ لماذا نحتاج لأنواع مختلفة من الملابس؟ هل يمكنهم اقتراح طرق لتصنيف الملابس؟

لدراسة التشابه والاختلاف بتفصيل أكبر، يمكن إمداد الأطفال بقطع من القماش. هذا وإن العمل في مجموعات صغيرة يمكن كل طفل من المساهمة بفعالية، ويثير أفكارهم من خلال المناقشة. وكل طفل يمكنه دراسة قطعة واحدة من القماش على الأقل، ووصفها بمصطلحات تتعلق باللون، والنوع، وطريقة النسيج، والملمس والرائحة؛ هل رائحتها عندما تكون جافة أو مبتلة متشابهة؟ إن ذلك يساعد الأطفال على ملاحظة الاختلافات في الخشونة والنسيج، كما أن استخدام العدسات المكبرة والمجهر يساعد على تركيز انتباه الأطفال على التفاصيل. هل قطعة القماش الموجودة عندهم قابلة للتمزق، الشد، التجعد؟ هل تنقطع بسهولة؟ هل هي معتمة أم شفافة؟ إحدى الطرق التي تساعد الأطفال على اكتشاف أكبر قدر من المعلومات، هي من خلال

عملهم كمجموعات زوجية ثنائية، والطلب منهم بأن يقارنوا قطع قماشهم واكتشاف أكبر قدر ممكن من التشابه والاختلاف بينهما، وعند الانتهاء من المشاركة بملاحظاتهم يمكن للمجموعات التفكير بطرق مختلفة لترتيب وتصنيف المواد. هذا ويمكن استخدام قطع من المواد المختلفة لتسجيل التصنيفات، كما يمكن عمل الملصقات لتسجيل هذه الاكتشافات، وذلك لتشجيع الأطفال على التفكير في المواد التي تلتصق بسهولة، أو أي أنواع الصمغ هو الأفضل للمواد المختلفة.

مثال، يجب على الأطفال أن يطرحوا أسئلتهم ثم يشرعوا في الإجابة عنها، إلا أنه في البداية قد يحتاج المعلم للبدء في طرح الأسئلة ومحاولة الإجابة عنها بالتجارب البسيطة، وذلك ليوضح للأطفال أن طرح الأسئلة والأعمال العملية هو تصرف مقبول.

وأما بالنسبة للمشكلة المقترحة فيجب أن تكون ذات أهمية عند الأطفال، فمثلا بعد وقت من اللعب بالماء قد يسأل الأطفال عن أفضل مكان لتجفيف ملابسهم، وأي الملابس ستجف أسرع.. وهنا يعرض الأطفال عدة اقتراحات، وعندئذ يمكنهم القيام بتجارب لإثبات صحة أفكارهم أو عدم صحتها، وهنا يحتاج الأطفال للكثير من المساعدة لجعل تجاربهم مضبوطة، حيث يجب عليهم تغيير العامل الذي يختبرونه فقط؛ فإن كانوا يختبرون أفضل الأماكن للتجفيف، فإن ذلك يعني أنه يجب أن يبقى نوع وحجم القطعة وكمية الماء المسكوب عليها متساويين، ثم بعد ذلك توضع القطع في أماكن مختلفة، مثلا، في الخارج، سواء كانت مثبتة على الحبل أو على أرض الملعب، أو كانت في خزانة، أو على مدفأة الزيت أو على الطاولة.. وبعد مضي بعض الوقت يتحسسونها جميعا وفي نفس

الوقت، وكلما نضج وكبر الأطفال يمكن أن تكون قياسات الوقت وكمية الماء المستخدم أكثر دقة.

وغسل الملابس يمكنه أن يشكل نقطة الانطلاق نحو مجموعة أخرى من الأبحاث، حيث يمكن للأطفال دراسة أي المواد تعطي نظافة أفضل، ويمكن تحديد ذلك عن طريق دعك كميات متساوية من الوحل بقطع من الأقمشة المختلفة ثم غسلها، كما يمكن للأطفال آخرين محاولة إيجاد أفضل الطرق لغسيل الأقمشة، مستخدمين في ذلك نفس الأقمشة، والكمية ذاتها من الوحل ثم غسلها بماء بارد، ماء بارد وصابون، ماء فاتر، وماء فاتر وصابون.

ولاستهلال نشاط لمعرفة أفضل أنواع القفازات، يمكن استخدام مجموعة من القفازات (قد تكون مهمة في صندوق المفقودات)، ولكن قبل البدء باختبار أفضل المواد، من الضروري معرفة وظائف القفازات، فقد يقترح الأطفال أن القفازات تحافظ على اليد دافئة وجافة، وتجعلها تبدو بمظهر جيد، ومن الاقتراحات الأخرى، أنها يجب أن تكون جيدة أيضا لمسك الكرة، أو أنها يجب أن لا تضيق.

وبعد أن يقرر الأطفال خصائص القفاز الجيد، يمكنهم التفكير في وسائل لاختبار هذه الصفات، وإذا كان المعلمون يعرفون طريقة واحدة على الأقل لإجراء التجارب، فإن بإمكانهمحث الأطفال على التفكير بوسائل أخرى، وهنا قد يقدمون طريقة فعالة مكافئة لطريقة المعلم نفسه. إن إحدى الوسائل لاختبار مدى دفء المواد المختلفة، هي بارتداء قفازات من أنواع مختلفة، وحمل مكعبات ثلجية في أكياس بلاستيكية، ثم الحكم على أكثر القفازات فعالية، والنظام الأكثر دقة هو أن تغلق عدة قنن بمواد مختلفة، ويتم بعد ذلك ملء

القناني بهاء ساحن، ثم قياس معدل فقد الحرارة، وذلك باستخدام اللمس أو الترمومتر. (ولكن النظام الثاني غير عملي نوعا ما بالنسبة لصغار الأطفال).

وبتطبيق نشاط مشابه يمكن اكتشاف أي القفزات يصبح غير مريح عندما يبتل، حيث يتم ارتداء قفزات متنوعة مرة أخرى، ويرش عليها ما يقارب ملء ملعقتين من الماء وتدعك به، وبعد مرور بضعة دقائق يقرر الأطفال وعن طريق الإحساس أي القفزات ملمسها أكثر راحة، وعندما تضغط هذه القفزات بعد ذلك على مناشف ورقية بحيث يكون جانبها المبتل إلى أسفل، يصبح من السهل مشاهدة أي القفزات يفقد أكبر كمية من الماء أو أيها امتص أقل كمية منه. وسيكتشف الأطفال أن القفزات الصوفية تحفظ الأيدي دافئة وجافة في الوقت ذاته وبفعالية عالية، وهذا هو ما يفعله الصوف للخراف. وبتوفير مجموعات مختلفة من القفزات، مثلا: قفزات للمزارعين، والمرضات، ولاعبى الجولف، والسائقين.. يمكن أن يتطور البحث إلى مناقشات إضافية عن مدى ملائمة المواد المختلفة لوظائف معينة.

إن صلاحية القماش للأنواع المختلفة من الملابس تتيح مجالات واسعة للأبحاث، حيث يمكن سؤال الأطفال عن أفضل الأقمشة لصنع أفضل سترة للمطر في الشتاء، أو قميص صيفي بدون أكمام. ويمكن توسيع دائرة البحث عن أي الأقمشة مقاوم للماء بسؤال الأطفال، لإيجاد وسيلة لتحويل المواد غير المقاومة للماء إلى مواد مقاومة لها، حيث يمكن بسط مجموعة من الأقمشة على علب الزبادي (اللبن الرائب) الفارغة، وتثبيتها في مكانها باستخدام الأربطة المطاطية، ثم يتم قياس الوقت الذي يستغرقه الماء للاختفاء، ويمكن محاولة صنع المواد المقاومة للماء باستخدام كل من الصمغ الأبيض، والشمع، وطلاء

الأظافر، والفازلين.

أفكار أخرى للبحث

* أي الأقمشة قابل للشد والمط؟ وكيف يكون اختيار نوع الملابس الملائمة معتمدا على مرونة القماش؟ اقطع أشرطة بأطوال متساوية من الأقمشة المختلفة، وقم بقياس استطالة كل منها عند شده.

* أي الأقمشة تصلح أكثر لعمل المناشف، أي تمتص الماء أكثر؟ علق شرائط من أنواع مختلفة من القماش، واجعل أطرافها مغموسة في ماء ملون، ولاحظ مدى انتشار اللون في كل شريط في زمن معين.

* أي الأقمشة يدوم لفترة أطول؟ قم بذلك الأقمشة المختلفة بورق الصنفرة (الورق الزجاجي)، وقم بعدد مرات الدلك التي تحتاجها لعمل ثقب فيها، أو كمية الألياف المتبقية على ورق الصنفرة بعد أربع دعكات.

* أي المواد تنكمش؟ قم بقياس المساحة أو حدد بالرسم حول القماش، وذلك قبل وبعد الغسيل.

صغار الأطفال أو أولئك الذين يملكون خبرة علمية بسيطة، سيحتاجون للكثير من المناقشات والتوجيه قبل بداية البحث، أما كبار الأطفال فسيحتاجون للتحدي، وذلك عن طريق تفكيرهم في كيفية تنفيذ تجربة ما بطريقة مضبوطة؛ وتطبيق المعلومات التي تعلمها الأطفال خلال البحث يساعد المعلم على تقويم مدى إدراكهم، كما يمكن الأطفال من ترسيخ المفاهيم المتعلقة بها. وبعد التعامل مع الأنسجة المختلفة، يمكن إعطاء الأطفال مشكلة تصميم الملابس لارتدائها في رحلة للمزرعة في شهر نوفمبر، وهنا يجب أن

يكون الأطفال قادرين على اختيار المواد المناسبة، وتعليل سبب اختيارهم. ويمكن أن نأخذ بعين الاعتبار المواد المرنة الدافئة وسهلة التنظيف والمقاومة للماء، وإحدى سبل تسجيل عملهم يكون عن طريق التصميمات والملصقات.

الخشب والورق

إن موضوعا عن الخشب قد يكون جزءا من عمل عن التشييدات والمباني، أو نمو الأشجار أو كيفية معالجة واستعمال الخشب.. هذه الدراسات تتضمن استخدام المصادر الثانوية، والتي هي جزء ثمين من دراسة العلوم الابتدائية لاتساع وتطوير المفاهيم، ولكنها لا ينبغي أن تكون المحور الأساسي في تعليم وتعلم الأطفال.

وعادة ما يندهش الأطفال لكثرة أنواع واستخدامات الخشب التي يمكن أن يجدها في المدرسة ومحيطها؛ ويمكن جمع مجموعة من المواد الخشبية، وقطع صغيرة من أنواع الخشب المختلفة التي يمكن الحصول عليها من تجار الخشب الذين عادة ما يملكون بقايا قطع خشبية كثيرة. وكما هو في النسيج، يستطيع الأطفال إيجاد الكثير من أوجه التشابه والاختلاف بين الأخشاب، من حيث اللون، والحجم، والشكل، والتركيب، والرائحة، والاستعمال، والصوت الذي تصدره عند طرقها بخفة.. هل الخشب في شكله الطبيعي؟ هل تختلف ألوانه؟ هل يوجد هناك نمط معين له؟ هل يمكن للأطفال وصفه؟ هل يتكون من طبقات أو قطع صغيرة؟ هل تم معالجة هذا الخشب؟ هل صبغ أو صقل بالورنيش؟ هل تم صقله بالورق الزجاجي أو نحته؟ وإذا تم تزويد الأطفال بتشكيلة متنوعة من أنواع الخشب المختلفة تتضمن: خشبا صلدا مثل خشب الماهوجني، وأخشاب خفيفة جدا مثل خشب البلزا، فانهم سيكتشفون بأنها

تطفو في مواقع مختلفة من الماء معتمدة في ذلك على كثافتها.

وإذا تم توفير الكثير من قطع وفتات الخشب، يمكن لمجموعات الأطفال تركيب أشياء بسيطة، كما يستطيعون اختيار عدة قطع، وذكر عدد الأشياء المختلفة التي يمكنهم صنعها منها. وعندما يقرروا أي الأشكال هي المفضلة عندهم فإنهم يستطيعون إيجاد طريقة لوضعها معا بشكل دائم. وإذا أمد المعلم تلاميذه بتشكيلة متنوعة من الصمغ والمسامير الكبيرة والصغيرة، والخيوط والحبال والأسلاك والمطارق، فإن ذلك يعينهم على اكتشاف طريقة تثبيت مجسم ما عن طريق المحاولة والخطأ. ويقوم كل فريق بعد ذلك بعمل تقرير عن مجسمه واكتشافاته عن الخشب وأفضل الطرق لتثبيته. وإذا لم يكن لدى الأطفال أي خبرة في استعمال الأدوات، فإن مشروعا من الخشب سيتيح لهم نقطة انطلاق جيدة.. وحتى أطفال الحضانة، وبالإشراف المناسب يمكن تعليمهم كيفية استعمال المطرقة والمسامير والمنشار بطريقة صحيحة آمنة، ومتى ما تم إيضاح كيفية استعمال الأدوات للأطفال، فإنها يمكن أن تصبح جزءا من المواد الطبيعية لاستعمال الأطفال وبشكل مطرد؛ حيث إن القدرة على اختيار واستعمال مثل هذه الأدوات والخشب بطريقة مناسبة تعد مهارة ضرورية في العلوم التقنية.

إن صغار الأطفال يمكنهم تعلم استخدام المطارق، والمشاقيب اليدوية، والمناشير، وورق الصنفرة والمسحاج (فأرة النجارة)، والكماشات والمفكات.. وخلال دراسة كيفية استخدام هذه الأدوات لتشكيل الخشب، فإنه لمن الجدير أيضا النظر في تصميم الأدوات نفسها؛ هل يمكن للأطفال التعرف على المواد المستخدمة في صنع هذه الأدوات؟ وتفسير لماذا تعتبر هذه المواد مناسبة؟ عادة ما تصنع هذه المواد من الخشب والمعدن، ولذلك فهي قوية بما فيه الكفاية للقطع

والطرق وعمل الثقوب أو صقل الأشياء دون كسرها. ولا يمكن استخدام جميع أنواع الأخشاب لصناعة الأدوات، حيث إن بعضها لين جدا، ويمكن للأطفال محاولة التفكير في طريقة لاختبار قطع الخشب، وذلك لاكتشاف أيها صلد وقوي بما فيه الكفاية لاستخدامه في صنع أداة ما.

وتقوم إحدى الطرق بتطبيق اختبار الخدش، حيث تخدش كل قطعة خشبية بتشكيلة متنوعة من الأدوات ذات الحواف والصلادة المختلفة، ومشالها: الإبرة البلاستيكية والدبوس والسكينة غير الحادة والمسمار. وطريقة أخرى هي طرق نوع واحد من المسامير في الأخشاب، مستخدمين في ذلك المطرقة والعدد نفسه من الضربات، ثم قياس المسافة التي يخترقها المسمار. علاوة على ذلك توجد طريقة ثالثة، وهي اختبار الغور، وفي هذه الحالة يُلقى ثقل كبير على الخشب أو يضرب بالمطرقة، ويتم مقارنة عمق الثقوب الناتجة في الأخشاب المختلفة مع بعضها بعضاً.

وقد يكون الأطفال لاحظوا أن الأخشاب كثيرا ما تستخدم في البناء؛ ترى هل يستطيعون تفسير لماذا هي مناسبة لذلك؟ إن الأخشاب تستخدم في الأسقف، لأنها قوية وخفيفة؛ ويمكن إجراء اختبار لاستنتاج مدى قوة الأخشاب، كما أن مرونة الأخشاب تجعلها تستخدم في كثير من الأشياء، ومثاله القوارب والأقواس ومضارب التنس، ومرة أخرى يمكن قياس مرونة الأخشاب المختلفة وطولها وعرضها (انظر التجارب في الفصل الحادي عشر).

إن إحدى مساوئ الخشب هو أنه يمتص الماء ويتعفن، ولملاحظة كيف أن الخشب يمتص الماء ويزداد حجمه، يمكن وزن قطعة خشبية جافة وتحديد بها بالرسم، ثم قياسها مرة أخرى بعد غمسها بالماء، وقد يحتاج الأطفال لملاحظة

كيف تتم معالجة الخشب من الخارج؟.

وهل يمكنهم اقتراح طرق اختبار لمعالجة الخشب؟ هل يمكن لدهان الورنيش أو الصمغ أو الأصباغ المدرسية أو الزيت إبعاد الماء؟.

الورق

عند إمعان النظر في الورق يمكن للأطفال رؤية ألياف الأخشاب المكونة له، وإذا مزق الأطفال الجريدة اليومية وفحصوا حوافها بالعدسة المكبرة، فإن الألياف ستكون واضحة.

والأنواع المختلفة من الأوراق لها ألياف ذات تراكيب مختلفة، ففي بعض الأوراق تكون الألياف مرتبة بطريقة مهلهلة مرتخية، وعادة ما تكون هذه الأوراق أكثر امتصاصاً وتمزق بسهولة، في حين أنه في أوراق أخرى تكون الألياف متراسة بإحكام وقد تحتوي على حشوة داخلية، وعادة ما يكون من ضمنها الصلصال الصيني.. وأوراق الكتابة ذات النوعية الجيدة تصبح ملساء بزيادة الحشوة، وهذا ويتم تصميم وصناعة مختلف أنواع الأوراق تلبية لمختلف الاحتياجات.

ويستطيع الأطفال إعادة دورة تصنيع الأوراق (تكرارها)، وذلك عن طريق تقطيع أوراق المدرسة المهلهلة التالفة، ثم يضاف إليها الماء والصمغ كحشوة، ويترك بعد ذلك لتغمس تماماً في الماء، ثم يتم مزجها وتحويلها إلى عجينة ورقية (مادة لبابية) يتم فردها على أسلاك شبكية ثم لفها مسطحة وعصرها لتجف. وإذا كان الأطفال ناضجون بما فيه الكفاية فإنه يمكن مناقشة مزايا وعيوب استخدام الخشب أو الأوراق المعادة الاستخدام (الأوراق المصنعة

من ورق مستعمل).

إن دراسة خواص ومثانة الأوراق المختلفة مناسب تماما في المدرسة، حيث يمكن رؤية الأنواع المختلفة من الأوراق، ويمكن جمع أنواع مختلفة من الأوراق تضم أوراقا لماعة مصقولة، رقطاع (مبقعة)، سميقة، رفيعة، شفافة، ملونة، باهتة، مجمدة، صلبة، ورق كربون، ورق مقوى، ورق التغليف البني، ورق الحائط، الورق المموج، أوراق الجرائد، المناشف اليدوية الورقية وغيرها، كما يمكن تصنيف هذه الأنواع بطرق مختلفة.

ويستطيع المعلم مناقشة كيفية استخدام الأوراق المختلفة والخواص الواجب توافرها فيها. فعلى سبيل المثال، يمكن مناقشة صلاحية الأوراق للرسم، والتلوين، والطباعة، والقطع، والتجفيف، والمحافظة على النظافة، والتغليف، وتغطية الحائط ... الخ، وعند تقرير أي الخواص نحتاجها لعمل معين، يمكن اختبار الأوراق المختلفة لايجاد أفضلها لهذا العمل، فورق حقائب التسوق يجب أن يكون قويا، وأوراق المناشف يجب أن تكون خشنة وتمتص الماء، وتستطيع الاحتفاظ به عندما تكون رطبة، أما أوراق نسخ الرسم، فيجب أن تكون شفافة، والورق المستخدم في تغليف الأشياء الهشة الرقيقة يجب أن يكون له القدرة على امتصاص الصدمات والضربات، وتستطيع مجموعات الأطفال المختلفة تنفيذ الأبحاث المختلفة، ثم تقديم تقرير عن استنتاجاتهم أمام الفصل بأكمله.

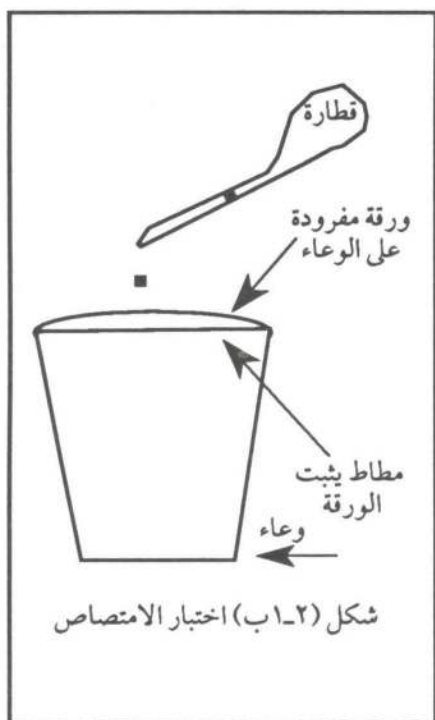
إحدى طرق اختبار قوة الأوراق تكون بتعليق أثقال على شريط، ثم تسجيل نقطة التمزق (شكل ٢-١ أ) كما يمكن تقويم الامتصاص عن طريق تعليق أشرطة مختلفة من الورق في ماء ملون، وقياس ارتفاع الماء فيها

(شكل ٢ - ١ ب)؛ ولتوضيح مدى قوة الورق عندما يكون رطبا يمكن تنقيط قطرات من الماء على ورق مفروود على وعاء الروب الفارغ، وعد قطرات الماء التي يستطيع الاحتفاظ بها قبل أن يتمزق (شكل ٢ - ١ ج).

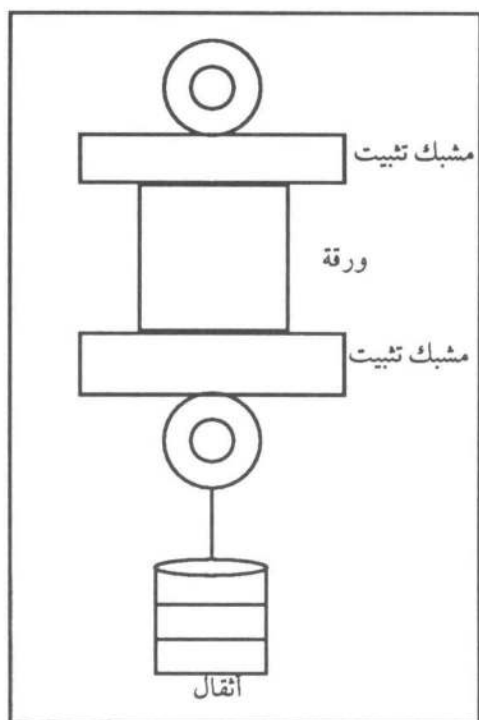
إننا نحتاج للورق الخشن لتجفيف الأيدي، كما نحتاج الورق الأملس للكتابة، ويمكن تدريج ملمس الأوراق بين هاتين النقطتين، ويكون تقويمنا لمدى خشونة الأوراق عن طريق اللمس، أو وضع أشرطة من ورق اللصق الشفاف، ثم نزرعها لملاحظة كمية الورق المزال عن طريق ذلك.

والورق المستخدم لحماية الطاولات خلال أنشطة فنية أو يدوية، يجب أن تكون له القدرة على منع وصول الخبر والمعجون والصمغ والأصباغ إلى الطاولة؛ ويمكن لبعض الأطفال اختبار أوراق الجرائد والمطبخ والمناديل الورقية، وورق السكر والمناشف اليدوية الورقية لملاحظة أيها أكثر فعالية، وإذا ما كان ينصح باستخدام أكثر من طبقة واحدة. وإذا وضع الورق الأبيض أسفل الأوراق التي سبق اختبارها، ورشح عليها قطرات الأصباغ والخبر والصمغ، فإن الورقة البيضاء ستكون معلمة بهذه المواد الراشحة، فإذا كانت الورقة معلمة ببقع خفيفة يصعب ملاحظتها، فإن ذلك يعني أن الورقة التي تم اختبارها قادرة على حماية الطاولة بفاعلية.

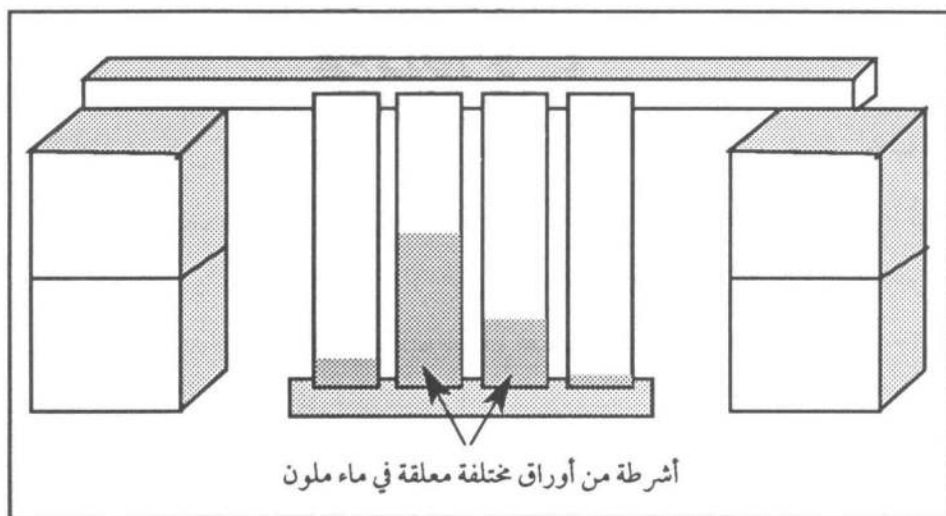
جميع هذه الاختبارات بسيطة جدا في جوهرها، وتحتاج لأدوات ومواد موجودة سلفا في المدرسة، وتعين الأطفال على إجراء اختبارات مضبوطة، وذلك لأن المتغيرات فيها محدودة. كما يستطيع الأطفال ملاحظة مدى ملائمة هذه الاختبارات، حيث أنها ترتبط بمشاكل يمكنهم إدراكها؛ ومتى استوعب الأطفال مغزى هذه الاختبارات فإنهم سيكونون قادرين على تفسير بعض منها.



شكل (١-٢ ج) اختبار قوة
الورقة وهي رطبة



شكل (١-٢ أ) اختبار قوة
الورقة وهي جافة



شكل (١-٢ ب) اختبار الامتصاص

تطبيق المعلومات المكتسبة عن المواد

عندما يكتسب الأطفال بعض المعلومات الرئيسة للمواد، فإن بإمكانهم اختبار جسم أو أداة ما لتقويم أفضلها من حيث المادة والتصميم .. هذا النوع من النشاط يحقق تداخلا كبيرا مع العلوم التقنية.

و فيما يلي دراسة عن الملاعق كمثال يمكن تنفيذه من قبل الأطفال الصغار في المدرسة.

الملاعق

تتنوع الملاعق في استخداماتها، من ملعقة الدواء ذات الخمسة ميلتر الى مغرفة الحساء المستخدمة في الوعاء الكبير، كما أنها تتنوع كثيرا في المواد المصنوعة منها؛ فمنها ملاعق النزهة البلاستيكية، وملاعق الطبخ الخشبية، وملاعق الشاي الفضية المنقوشة، ويوجد كذلك ملاعق الحلوى المعدنية. ويستطيع الأطفال تصنيفها من حيث نوع المادة، الاستخدام، الحجم، التحمل، الكلمات والعلامات المطبوعة عليها، والقدرة على عكس صورة الأجسام، ويمكن ببساطة عرض سبب استخدام المواد المختلفة للتعامل مع الأشياء الساخنة، وذلك عن طريق وضع كل من الملعقة المعدنية والخشبية والبلاستيكية جميعا في ماء ساخن. سيشعر الأطفال بعد مضي وقت قصير بارتفاع الحرارة في مقبض الملعقة المعدنية.. كما يستطيع المعلم عرض كيفية انصهار الملاعق البلاستيكية عند سكب الماء المغلي عليها.

هذا ويمكن دراسة مزايا وعيوب المواد المختلفة، حيث إن الملاعق الخشبية باهظة الثمن في صنعها مقارنة بالأنواع الأخرى، إلا أنها تقاوم الحرارة جيدا،

وتكون آمنة للحمل، أما البلاستيك فإنه جيد للملاعق الممكن التخلص منها والمقابض إلا أنه ينصهر عندما يصبح شديد السخونة، كما يمكن استخدام المعدن عند الطبخ، ولكن الأشياء تصبح شديدة السخونة عند لمسها.. هذا وتستخدم بعض المواد لتبدو بمظهر جذاب، أو لتدل على الثروة والغنى.

وعندما يدرك الأطفال التنوع الكبير للملاعق، يمكنهم محاولة تصميم ملاعقهم الخاصة بهم، ربما لإخراج حبات حلوى صغيرة (مثل الحلوى المسماة سمارتيز) مفردة من علبتها الأنبوبية، أو ملاعق لشخص كبير السن مصاب بالارتعاش ليشرب الحساء دون إراقته.

ويستطيع الأطفال بحث أداة أخرى من صنع الإنسان، ويتضمن ذلك الأكواب الكبيرة وأباريق الشاي وحقائب النقل والعلب المعدة لأخذ الطعام للخارج.

الفصل الثالث

الفصول المناخية

الفصول المناخية

الحلقة الأولى في المرحلة الابتدائية

معظم العلوم في المرحلة الابتدائية مبنية - ومنذ أمد بعيد - على دراسات عن الطقس والنباتات والحيوانات، ويستطيع المعلمون توسيع دائرة هذه القاعدة الممتازة لتطوير مهارات تتعلق بإجراء التجارب، كما يمكن تطوير اهتمام الأطفال بالأشياء المحيطة بهم لمساعدتهم على إدراك مسئولياتهم نحو العناية ببيئتهم.

الفصول والطقس

إن منهج الدراسة يتطلب من الأطفال الصغار ملاحظة وتسجيل التغيرات الفصلية في الطقس والنباتات والحيوانات، وتطوير الإدراك الكامل لكيفية تأثيره على حياة الناس، أما الأطفال الأكبر سناً فيجب أن يقوموا بعمل ملاحظات كمية منتظمة عن درجة الحرارة وسقوط الأمطار وسرعة الرياح واتجاهها، وهذا الفصل يدرس كيف يستطيع الأطفال الصغار بحث بعض الطرق التي تتأثر بها حياتهم بظروف الطقس المختلفة من خلال دراسة الملابس والمنازل، كما يبحث الأنشطة البسيطة التي يستطيعون إجرائها لاكتشاف بعض العوامل الضرورية لحياة النبات والحيوان.

في كثير من الفصول الدراسية التمهيدية الجيدة، يتم اصطحاب الأطفال للخارج لملاحظة تأثير الفصول المتغيرة على البيئة حول المدرسة، حيث يحتاج الأطفال الصغار جداً هذه الفرص للملاحظة والوصف، وتسجيل التغيرات اليومية والاسبوعية والحوالية في الطقس والبيئة، وبذلك يستطيعون فيما بعد

وضع العمل البحثي في مكانه المناسب من البنية العلمية العامة.

إن من الضروري تطوير كل من مهارات الملاحظة عند الأطفال وحب استطلاعهم الفطري، وذلك عن طريق المناقشة المناسبة، حيث يحتاجون للتشجيع على طرح الأسئلة، ثم مساعدتهم على إيجاد الوسائل للإجابة عن بعضها. وفي البداية يحتاج المعلم لطرح الأسئلة التي تعطي نموذجا للسلوك أمام الأطفال.

في نزهة على الأقدام خارج الفصل، يمكن للمعلم أن يثير انتباه الأطفال للأشياء المتحركة، مثل أوراق الأشجار والغيوم والأمطار المتساقطة، ويحثهم على ملاحظة الاختلافات، وتشجيعهم على اقتراح أسباب ملاحظاتهم؛ هل تهتز أوراق الأشجار المختلفة؟ وهل اهتزاز الشجيرات على نفس المدى الذي تهتز فيه أوراق النباتات القريبة من سطح الأرض؟ كم غيمة في السماء؟ هل الغيوم لها نفس الحجم؟ وهل هي على ارتفاع واحد؟ وهل تتحرك في اتجاه الريح؟ كيف تبدو السماء عندما تمطر؟ وكيف تتساقط قطرات المطر على النوافذ والبرك الصغيرة والتربة وساحات اللعب والمعاطف؟ هذه المناقشات قد تؤدي لطرح الأطفال أسئلتهم الخاصة مثل: أين يذهب الماء في البرك الصغيرة؟ أو من أين يأتي المطر؟ بعض هذه الأسئلة يمكن الإجابة عنها بأبحاث بسيطة أو بالرجوع إلى الكتب.

وبمضي الوقت يستطيع الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين السادسة والسابعة من العمر إدراك بعض مميزات التغيرات الفصلية، وبذلك يصبحون متأهين لاستكشاف كيفية تأثيرها على حياة الناس من خلال دراسات عن الملابس والأنشطة الترفيهية والعادات الغذائية والمنازل.

يستطيع الأطفال جمع صور عن الرياضات البدنية المختلفة، وتصنيفها إلى ألعاب تلعب في الصيف، وتلك التي تلعب في الشتاء، وأخرى شائعة طوال العام. ويمكنهم مناقشة لماذا تكون بعض الأنشطة ملائمة للظروف الجوية المختلفة؛ فالتزحلق يحتاج للجليد، وكرة القدم والتنس ألعاب فعالة جدا في المحافظة على دفء الجسم، أما لعبة الكريكت أو البيسبول فتتضمن وقوف اللاعبين لفترات طويلة، والناس الذين يبحرون أو يركبون لوح التزحلق على الأمواج المتكسرة يرتدون الملابس المختلفة في الفصول المختلفة، ولكنهم يحتاجون أساسا للرياح الجيدة، أما النشاطات الداخلية مثل القراءة والرقص فغير مقيدة بالطقس.

أما بالنسبة للعادات الغذائية فإنها تتغير تبعا للفصول المناخية، ويمكن للأطفال عمل ملصقات أو رسم الوجبات التي يمكنهم أكلها في يوم بارد رطب، أو في يوم مشمس دافئ، كما يمكنهم مناقشة الأطعمة التي تحفظهم دافئين أو باردين، وتلك التي تنتمي لأغذية تتوفر في ذلك الفصل، وهنا يمكن تحضير نموذج عن الوجبات التقليدية للبلدان الأخرى ومناقشتها بطريقة مشابهة.

كما أن دراسة عن المنازل في أنحاء مختلفة من العالم يمكنها أن تحت الأطفال على إدراك كيف أن التغيرات في المناخ تؤثر على أسلوب حياتنا، ومن الممكن إضافة صور أو شرائح فوتوغرافية أو أشرطة فيديو عن المنازل المختلفة خلال أحاديث الأطفال أو أولياء أمورهم الذين كانت لهم خبرة بالعيشة في بلاد مختلفة. ويمكن تشجيع الأطفال على ملاحظة الصور بدقة ومقارنتها مع المنازل في بلادهم، وعند تفكيرهم في كيفية محافظة (البريطانيين) على منازلهم دافئة

وجافة في الشتاء — على سبيل المثال — باستخدام التدفئة والزجاج المزدوج والجدران ذات الطابوق السميك والأسقف المائلة، فقد يكون بإمكانهم تفسير لماذا تكون المنازل في باكستان والهند مبنية دائما بجدران أقل سمكا وأسقف مسطحة ونوافذ مفتوحة.

وبالنسبة للأبحاث الملائمة للأطفال الأكبر سنا، والتي تتعلق بالتحكم بالحرارة، فسيتم تغطيتها في الفصل الثالث عشر.

الملابس

يستطيع الأطفال في البداية دراسة تلاؤم الملابس المتنوعة مع المناسبات المختلفة؛ وهذا العمل يمكن أن يتضمن الملابس التي ترتدى في مختلف بقاع العالم، و(الكتالوجات) (أي الفهارس المصورة) التي يتم طلبها بالبريد لمصدر مفيد لتشكيلة متنوعة من صور الملابس. ويمكن للأطفال قطع صور مختلفة منها وتصنيفها بطرق مختلفة. والطريقة المثالية هي أن يحاول الأطفال التصنيف بأنفسهم، وقد يقدموا بعض الاقتراحات التي تعين المعلم على مناقشة معنى التقاليد والموضة إلى جانب ملاءمة هذه الملابس للظروف داخل المنزل وخارجه؛ فعلى سبيل المثال، يمكن أن يصنف الأطفال الملابس حسب الظروف الجوية المختلفة، أو للنساء والرجال، أو للأطفال والكبار، أو للشعب الآسيوي والغربي. وبمناقشة لاحقة يمكن دراسة هذه التصنيفات إن كانت معقولة أم لا. فالآسيويون عادة ما يرتدون الملابس الغربية والعكس صحيح. هذا النمط من المناقشات يقود الأطفال لفكرة ان اختيار الملابس بالرغم من انه متصل بملاءمته للبيئة إلا أنه يتأثر أيضا بالتطورات التاريخية، والثمن، والاختيار الشخصي.. هذه الأفكار الأخيرة يمكن تطويرها إلى جانب الأفكار التي تم

تحديدها في منهج الدراسة للعلوم التقنية.

القصص البسيطة مثل أقصوصة ايسوب الخرافية «Aesop'Sfable» من كتاب الريح والشمس «The Wind and the sun» تعين الأطفال على رؤية العلاقة بين أنواع الملابس والظروف المناخية المختلفة، كما أن تخطيط الأطفال وتجهيزهم لمكان مسرحية تناسب يوما باردا في الشتاء يمكن أن يتضمن صنع نماذج للنار والقناديل اليدوية لليلي الشتوية المظلمة، وفرز الملابس الدافئة المناسبة للخروج إلى جانب ملابس النوم الثقيلة، وربما تحضير وصنع الحساء، ويمكن لمجموعة أخرى في الوقت ذاته أو في مناسبة أخرى تجهيز مشهد ليوم حار .. هذا وإن اشترك الأطفال في التخطيط سيجعلهم أكثر إدراكا لتأثير الظروف الجوية المختلفة على الكثير من الأنشطة، كما سيعينهم على تنفيذ المهمة التي تغطي جميع الأهداف العلمية التطبيقية التي أحرزوها.

وكجزء من هذه الأنشطة يمكن للأطفال تنفيذ التجارب لاكتشاف أي الملابس أو المواد مناسبة للمحافظة علي دفء أو برودة الجسم؛ وهناك تجربة مرئية ملموسة جدا للأطفال الصغار مناسبة لذلك، وتتم عن طريق ملء الماء الساخن في عدة زجاجات معدة لذلك، ثم تغطيتها بالملابس المختلفة، حيث يمكن تغطية أحد الزجاجات ببطانية، وأخرى بمعطف طفل، وأخرى بقميص صيفي، وترك الأخيرة عادية دون غطاء، ويستطيع الأطفال بعد ذلك تحسس الزجاجات بطريقة منتظمة بعد مضي ساعتين من الوقت ، للتعرف على أي القطع حافظت على الزجاجات دافئة، وبيعض المساعدة يستطيع الأطفال التعرف على بعض العوامل المؤثرة على الاحتفاظ بالحرارة، وعلى سبيل المثال، نوع المادة وسمكها وعدد الطبقات التي يتكون منها، وإذا كان الهواء محجوزا

ويمكن استكشاف العوامل المختلفة بدقة أكبر، ولكن ربما بأبحاث أكثر عمقا، حيث يمكن للأطفال فحص تأثير استخدام المواد المختلفة، وذلك عن طريق تغطية عدة زجاجات بلاستيكية بمواد مختلفة، مثل الفرو والصوف والقطن، مع ترك إحداها دون غطاء. وذلك بعد ملئها جميعا بماء ساخن، بحيث تكون درجة حرارته آمنة بما فيه الكفاية ليتعامل معه الأطفال، كما يجب على الأطفال استخدام الترمومتر الكحولي (وليس الزئبقي، وذلك لأسباب وقائية)، ثم قياس درجة الحرارة بعد انقضاء كل نصف ساعة، وذلك لاكتشاف أي المواد تستطيع الاحتفاظ بحرارة الماء لأطول فترة ممكنة، كما يمكنهم أيضا تحسس الزجاجات بأيديهم، حيث يحتاجون للخبرة الفعلية في تحسس الاختلافات في فقدان الحرارة، لربطها مع التسجيل الموضح في الترمومتر، مثل هذا النشاط يساهم في تعليم الأطفال استخدام الترمومتر، وأيضا توقيت التجارب. ومعظم أطفال الفصول التمهيدية لن تكون عندهم خبرة كبيرة في استخدام الترمومتر، ولذلك يمكنهم استخدام أشكال ورقية بحجم الترمومتر، وتلوين الارتفاع المساوي للكحول في كل مرة يتم فيها أخذ القياسات، حيث سيساعدتهم ذلك على ملاحظة كيفية تغير مستوى سطح السائل في الترمومتر.

وما أن ينتهي الأطفال من تنفيذ التجربة، حتى يمكنهم اقتراح سبب حفظ بعض المواد لحرارة الأشياء، واقتراح بعض الفروض لذلك، وقد يتنبؤوا بأن المواد السمكية أو الناعمة أو الخفيفة تحفظ الأشياء دافئة.. وتستطيع مجموعات الأطفال المختلفة اختبار صحة الفروض المختلفة باستخدام مجموعات من المواد السمكية والخفيفة، الصلدة والطرية، الملساء والتي كأنها زغب (مثل الفرو

والريش)، كما يمكن اختبار تأثير استخدام طبقات مختلفة من الأقمشة بالطريقة ذاتها.

ويمكن اختبار الملابس المستخدمة في الظروف الجوية الرطبة، وصنع مجموعة من الأشياء التي تحفظ أجسامنا جافة، مثل المظلات والأحذية عالية الساق ومعاطف المطر والسوسترز (معاطف طويلة حافظة من الماء، وقبعات يرتديها البحارة في العواصف البحرية). وهنا يمكن عرض صور عن أناس يعملون في ظروف جوية رطبة، مثل رجال المطافيء والبحارة، كما يستطيع الأطفال إحضار الملابس التي يرتدونها في اليوم الممطر.

وإذا تفحصوا الرقع الملصقة على ملابس المطر لديهم فسيجدوا أن بعضها يتم وصفها على أنها مقاومة لوابل المطر (المطر الغزير في وقت قصير)، في حين أن الأخرى توصف على أنها مقاومة للمطر أو الماء. ويمكن للمعلم مناقشة الاختلاف بين هذه المصطلحات، وكيف أنها تتعلق بالأنواع المختلفة من المطر المتساقط، وهنا فرصة جيدة للأطفال لتسجيل عدد مرات حدوث كل من وابل المطر أو المطر الخفيف أو الأمطار المنهمرة في الشهر الواحد، لملاحظة عدد المرات التي كان فيها استخدام المعطف المقاوم لوابل المطر غير مناسب، وهذا قد يؤدي لمناقشات حول المشاكل التي يواجهها مصمموا الملابس في إنتاج معطف يزودنا بمتطلبات متنوعة ومتعددة كأن يكون جذابا ومريحاً ويمنحنا الدفء ويحمينا من الرياح، إلى جانب أن يكون مقاوما للمطر.

وما أن ينتهي الأطفال من تفحص الملابس المقاومة للماء يمكن للمعلم إمدادهم بتشكيلة متنوعة من الأقمشة لاختبارها والتنبؤ أيها مقاوم للماء؟ حيث يمكن بسط كل قطعة من القماش على (علبة زبادي) وتثبيتها في مكانها بالأربطة

المطاطية، ثم يستخدم الأطفال قطارة لتقطيع قطرات الماء واحدة تلو الأخرى على القماش، ثم حساب عدد القطرات التي يستطيع القماش أن يحتفظ بها قبل أن يتسرب خلالها، والوقت الذي يستغرقه الماء للتسرب، ومرة أخرى يستطيع الأطفال بعد الانتهاء من إجراء تجاربهم الأولى، تفحص نتائجهم، وكتابة استنتاجهم الذي توصلوا إليه والذي يستطيعون أن يختبروه، فقد تصرح إحدى المجموعات بأن جميع المواد اللامعة مقاومة للماء، وهذا التعميم صحيح إن كانت القطع اللامعة التي اختبروها مقاومة للماء، وهنا يمكنهم جمع مجموعة جديدة من المواد اللامعة والتي طبقا لاستنتاجهم يجب أن تكون مقاومة للماء، ويعيدوا التجربة، والتعميم الجديد المناسب الذي سيتوصلون إليه هو أن لمعان المادة لا يؤثر على مقاومة الماء. باتخاذ الأطفال لمثل هذا الإجراء سيكونون قد اتبعوا المنهج العلمي الصحيح، فخلال الأبحاث يقوم جميع العلماء بوضع فروض غير صحيحة، وبعد اختبارها يقومون بتعديلها وتحسينها.

ويمكن جعل الأقمشة المختلفة مقاومة للماء، ويستطيع الأطفال عرض اقتراحاتهم المختلفة لذلك وتجربتها على الأقمشة غير المقاومة للماء، فقد يحاولون استخدام الأصباغ، أو الصمغ، أو الشمع، أو سائل طلاء وصقل الأظفار. وبالرغم من أن بعض الوسائل ستكون ناجحة في عملها إلا أنها ستكون غير مناسبة للملابس، لأنها ستجعلها قاسية جدا يصعب ارتداؤها ولكنها قد تكون مناسبة لأشياء أخرى مثل (البوت) أي الحذاء عالي الساق.

هذا النوع من المناقشة يربط الأطفال بالعلوم التطبيقية، حيث يستطيعون إدراك أنه عادة ما توجد حلول عديدة للمشكلة الواحدة، والاختيار الأخير يعتمد على عوامل عديدة مثل الاستخدام والتكلفة، والأمن والسلامة، ومدى

جاذبيتها وسهولة صنعها.

ومثال على التعارض بين الاستخدام والسلامة، يمكن توضيحه بدراسة الملابس ذات القلنسوة (غطاء واق للرأس والوجه)؛ فالأطفال يدركون أن القلنسوة تحافظ عليهم دافئين جافين، ولكنها يمكن أن تحد من السمع والنظر، وتجعل من الخطر عليهم عبور الشارع؛ وهنا يمكن اختبار القلنسوات المختلفة، حيث يرتدي أحد الأطفال القلنسوة وينظر رأساً أمامه، في حين يقوم طفل آخر بتحريك القلم الرصاص أفقياً حول رأس الطفل الأول الذي يخبرهم عن النقطة التي لا يستطيع رؤية الجسم عندها، وهنا يتم وضع علامة عند زاوية النظر على دائرة توضع أسفل الطفل الأول، وسيكتشف الأطفال أن النظر بدون القلنسوة أفضل بكثير. وبالطريقة ذاتها يتم اختبار فقدان السمع بارتداء القلنسوة، حيث مرة أخرى يرتدي أحد الأطفال القلنسوة وينظر أمامه في حين يقوم طفل آخر بدق الجرس بهدوء من مسافة بعيدة خلف الطفل الأول، ثم يقترب منه شيئاً فشيئاً، وما أن يسمع الطفل الأول الصوت حتى يتم قياس المسافة ما بين الطفلين.. ويمكن تطوير العمل على السلامة، بفحص الملابس والمواد التي يمكن رؤيتها في الظلام، حيث يطلب من الأطفال التفكير في طريقة لإيجاد أي الألوان يمكن مشاهدتها بسهولة في ضوء النهار أو ظلمة الظلام.

وإذا كان بالمدرسة أطفال من ثقافات مختلفة، يمكن الطلب من الأطفال إحضار ملابس تُرتدي في أنحاء أخرى من العالم والتحدث عنها، وبعد أن يصف الآباء أو الأطفال الذين زاروا البلدان الأخرى مناخها المختلف، يستطيع المعلم تشجيع الأطفال على اقتراح كيف تتناسب الملابس التي يرتدونها مع المناخ، فالملابس التقليدية التي يرتديها أهل الهند وباكستان مصممة لتكون

باردة، وذلك عن طريق كونها فضفاضة وخفيفة في وزنها وفاقحة في ألوانها، كما أن تصميمها يحد من لفحات الشمس ولسعات الحشرات، وذلك لأنه يغطي معظم أجزاء الجسم. ويمكن للأطفال ان يتبعوا ذلك باختبار الفرق بين اللون الأبيض والأسود ونحتاج لذلك زجاجتين إحداهما يتم لفها بباده بيضاء، والأخرى بنفس الكمية والنوع من المادة، ولكن بلون أسود، والباد مناسب تماما هنا في الاستعمال، فنملأ الزجاجات بالماء البارد، ويتم تدفئتها باستخدام مجفف الشعر، او وضعها أمام جهاز التسخين، وإذا قاس الأطفال درجة الحرارة بعد انقضاء كل نصف ساعة، فإنهم سيلاحظون أن الزجاجاة السوداء تسخن بسرعة أكبر، وذلك لأن المادة البيضاء تعكس الحرارة، وبالتالي فإن الملابس البيضاء ستكون أبرد عند ارتدائها في البلاد الحارة.

النباتات

إن لاختلاف المناخ والفصول والطقس تأثير عظيم على الحيوانات والنباتات، وهناك فرص جيدة للأطفال للملاحظة وتجميع النباتات وتصنيفها مع حلول كل فصل، ففي فصل الخريف يمكن جمع أوراق الأشجار بانتظام لمقارنة التغير في لونها مع تسجيل يوم سقوطها من الأشجار المختلفة، إلى جانب تجميع الغصينات ذات الندب المختلفة، وجمع وتصنيف البذور المتنوعة. وما أن تبدأ الأزهار في النمو حتى يستطيع الأطفال تسجيل لونها، لايجاد أكثر الألوان شيوعا كل شهر، ويمكن دراسة شكل الزهرة وبتلاتها وعدد هذه البتلات أما أوراق الأشجار فيمكن تصنيفها حسب حجمها وشكلها ونوع حوافها، ومثل هذه الأنشطة تعين الأطفال ليس فقط على إدراك التغيرات في الفصول، ولكن أيضا كيف تستجيب الحياة النباتية لمثل هذه المتغيرات ؟ .

يمكن للأطفال دراسة النباتات في البيئة المحيطة بالمدرسة، وقد يملكون حديقتهن الخاصة، وبذلك تكون لديهم الفرصة للعناية بمجموعة متنوعة من النباتات، قد تحتوي على نباتات غير اعتيادية مثل الصبار والنباتات المتسلقة^(١) وخنق الذباب ويمكن للأطفال تصنيف النباتات حسب علاقتها بالموطن أو الاستخدام . وباستخدام الفهرس المصور لنباتات الحديقة والمصادر الثانوية الأخرى، تتسع تشكيلة النباتات التي يمكن دراستها، ويستطيع الأطفال تصنيف النباتات بطرق مختلفة، مثل تلك التي تجذب أو لا تجذب الحشرات أو أنها تزرع في الحدائق لتبدو جذابة أو مجرد أعشاب ضارة، أو أنها تستخدم في الطعام، أو تنمو في الماء، أو تعيش في الأماكن الحارة.

وعادة ما يحصل الأطفال على الفرصة لإنماء النباتات من البذور في المدرسة، ويمكن أن يتصل بذلك ملاحظة وتصنيف البذور، حيث يُعطى الأطفال تشكيلة متنوعة، من البذور، مثل بذور أبو خنجر، والفجل والخس، وال فول، والفاصوليا، والطماطم، والذرة، والكوسا، والقمح، والحشائش والبذور التي تقدم طعاما للطيور ويستطيع الأطفال التفكير في وسائل لوصف وتصنيف البذور، واستخدام العدسات المكبرة في ذلك سيساعدهم على رؤية التفاصيل الدقيقة، ويمكنهم بعدئذ التنبؤ بما سوف يحدث للبذور عند زرعها، هل ستكون أكبر البذور أسرعها في النمو؟ وهل ستتج أكبر النباتات بعد أسبوعين؟ هل ستنمو جميع البذور؟ هل هناك بذور أكثر نجاحا من الأخرى؟ ولجعل البحث غير متحيز فإنه يجب إنبات جميع أنواع البذور بالطريقة ذاتها.. مثل هذه الأنشطة ستتطلب استخدام الأطفال للمصطلحات

(١) هذه النباتات غير معتادة في بيئة المؤلف (بريطانيا)، ولكنها معتادة في البيئات الأخرى (الترجمة)

الصحيحة لأجزاء النبات في ظروف ذات معنى، كما أنها ستمدهم بالخبرة العملية عن أوجه التشابه والاختلاف في النباتات.

ويستطيع الأطفال إنشاء النباتات في ظروف متنوعة، مثل إنائها على الملابس الرطبة، وفي قشرة البيض، وأوعية النباتات، وكذلك في مرطبان المربى. إنه لمن الضروري أن يدرك الأطفال أنه يمكن للنباتات أن تنمو في ظروف عديدة، إلا أن النجاح النهائي لكل نبتة في المنافسة مع النباتات الأخرى يعتمد على ظروف البيئة، إن كانت مناسبة لذلك النبات بالذات.

وقد لا يكون واضحاً أمام الأطفال أن البذور من النوع الواحد تنتج النوع ذاته من النبات الكامل النمو، ويمكن أن تتضح هذه العلاقة بإنبات البذور المتنوعة، كما يمكن إعطاؤهم فواكه وخضار، والأفضل أن يقطعوها بأنفسهم لفحص البذور ثم فصلها، ثم إزالتها بعد ذلك لإعادة زراعتها، وبالتالي ملاحظة العلاقة بين النبات مكتمل النمو والبذور. وبالرغم من أن النباتات من الفصيلة الواحدة تنتج النوع ذاته من النباتات، إلا أنه يوجد بعض الفروق البسيطة بينها، ويمكن توضيح هذا المفهوم للأطفال بإعطاء كل منهم نفس الفصيلة من البذور لإنباتها، ومن ثم مقارنتها مع بعضها بعضاً. ويمكن أن تكون هناك منافسة في إنبات البقول، ففي يوم الاثنين مثلاً يُعطى كل طفل خمس حبات من البقول، وفي يوم الجمعة يتم قياس النباتات النامية لقياس الأطول والأقصر فيها، وهذا قد يثير مجموعة أخرى من الأسئلة التي يمكن بحثها، فمثلاً: هل أكبر البذور تعطي أكبر النباتات؟.

وفي فصل الخريف يمكن للأطفال القيام برحلة لجمع تشكيلة متنوعة من

بذور الأشجار، واقتراح الطرق المختلفة لتصنيف هذه البذور، فيمكنهم تصنيفها إلى بذور تتطاير في الهواء، وأخرى تتساقط رأساً على سطح الأرض، وقد يستطيع الأطفال اقتراح سبب حدوث هذا الفرق، فقد يقولون بأن الشكل والوزن ضروريان لذلك، ويمكنهم اختبار إن كان الوزن ذا أهمية في ذلك، باسقاط كرتين من الحجم ذاته، ولكن من أوزان مختلفة، فسيجدان بأنهما تصلان إلى الأرض في آن واحد. أما لاختبار تأثير الشكل فيمكن محاولة إضافة ورقة أو ورق مقوى (مشابهة في شكلها لتلك الموجودة على البذور) لبذرة أو قطعة من البلاستيك.

وبما أن البذور ليست الطريقة الوحيدة لتكاثر النبات، فيجب أن يُعطى الأطفال الفرصة لملاحظة كيف تتكاثر بعض النباتات خضرياً؛ فيمكنهم زراعة نباتات ذات بصلات أو كرمات، ومنها على سبيل المثال: البصل والنرجس البري والجريس والزعفران، كما يمكنهم زراعة الفراولة عن طريق السيقان الجارية، وأخذ قطع من نبات الجيرانيوم أو زراعة البطاطس من الدرنات. ووجود حديقة في المدرسة يربط التطبيق العملي بمعلومات الأطفال، كما أن زراعة البازلاء والجزر والفجل والخس عادة ما تكون ناجحة، ويمكن للأطفال أكلها طازجة، كما يمكن زراعة الأزهار لبيعها، أو إنشاء بذور الأشجار لإعادة زراعتها في الحديقة العامة. إن العمل المتصل بالحدائق عادة ما يكون على علاقة متبادلة مع العلوم التقنية، حيث إن عمل الحدائق يعتبر موقفاً يتم فيه تطبيق الأفكار لخدمة البشرية. أما تقرير ما يجب زراعته، فيعتمد على ظروف التربة إلى جانب ما يجب الأطفال أكله، أو ما يمكنهم بيعه بفائدة مادية في سوق خيري للمدرسة.

دراسة الظروف الملائمة لنمو النبات

هناك العديد من الأنشطة البسيطة التي يمكن للأطفال تنفيذها لاكتشاف الظروف الملائمة للنمو الناجح للنبات، وفي مثل هذه التجارب نحتاج لنباتات سريعة النمو مثل الخردل، وذلك حتى لا ينسى الأطفال الهدف الرئيسي من البحث، ويجب أن تتيح مثل هذه الأبحاث العديد من الفرص للأطفال لوضع الفرضيات، ثم تصميم التجارب وتنفيذها بطريقة متوازنة.

وما أن يكتسب الأطفال بعض الخبرة في إنهاء النباتات فإنهم يصبحون قادرين على طرح أسئلة أخرى، أو اقتراح العوامل التي يحتاجها النبات للإنبات والنمو، حيث يمكن بعد ذلك اختبار مثل هذه الأفكار؛ فمعظم الأطفال يعتقدون بأن التربة ضرورية، ويمكنهم محاولة استخدام أوساط مختلفة مثل نشارة الخشب الرطبة، الحصى، المناشف الورقية، الملابس، الرمل، ورق الكرتون المقوى والإسفنج. ولعمل تجربة مضبوطة علمياً، فإن نوع الوسط يجب أن يكون المتغير الوحيد الذي يتم تغييره، أما عدد البذور وطريقة العناية المتبعة، فيجب أن تكون ذاتها للجميع.

ويمكن اختبار العوامل اللازمة للإنبات الناجح، فمثلاً: هل الضوء والماء والدفع عوامل ضرورية؟ وهل يؤثر العمق الذي يزرع فيه النبات؟ في كل تجربة يجب اختبار عامل أو متغير واحد فقط، وإلا لن يعرف الأطفال أي العوامل هو المؤثر فعلاً على النمو. ويمكن لمجموعات الأطفال اختبار عوامل مختلفة، وكلما أمكن يجب على الأطفال التخطيط لتجاربيهم وتنفيذها بأنفسهم، فإذا كانوا يختبرون أهمية الضوء، فإن بإمكانهم وضع أحد أوعية النباتات مغطى

أو في خزانة، والآخر في الضوء. مثل هذه التجارب البسيطة - والتي لا تتطلب الكثير من الأجهزة - مفيدة بوجه خاص لتوضيح أهمية تكرار التجربة، فمثال واحد على الاحتفاظ بالبذور في الظلام ليس كافيا لإثبات إن كان الضوء ضروريا للإنبات.

وبالرغم من أنه يجب على الأطفال أنفسهم اقتراح طريقة لتنفيذ كل تجربة بطريقة مضبوطة، إلا أن بعضا منهم قد يعتمد على المعلم في حثه ونصحه لهم. وإحدى الطرق لتنفيذ تجربة عن أهمية العمق الذي يزرع فيه النبات، هي باستخدام ثلاثة أوعية صغيرة للنبات من الحجم ذاته، ويمكن لمجموعات الأطفال المختلفة محاولة زراعة أنواع مختلفة من البذور، مثل الفول، والقمح، والشعير، والذرة السكرية. ويحتاج الأطفال لحساب العدد والنوع نفسه من البذور لكل وعاء وزراعة البذور في قاع الوعاء الأول ومتصف الوعاء الثاني، وعلى سطح التربة في الوعاء الثالث، ويجب أن تتم العناية بجميع الأوعية بالطريقة ذاتها، وتسجيل وقت بداية نمو كل نبات ومدى نموه. ومن المرجح أن تنبت البذور المزروعة على السطح بسرعة، ولكنها قد لا تعيش لفترة طويلة، وأما بالنسبة لتلك المزروعة في القاع، فلن تحتوي على غذاء كافٍ مخزن فيها، يساعدها على النمو الكبير الذي تحتاجه للوصول إلى الضوء.

إن أهمية الضوء لإنتاج الغذاء وقوة النبات لمن العوامل الأساسية التي يصعب على الأطفال التفكير فيها بأنفسهم، وفي مثل هذه الحالات قد يقرر المعلم طرح السؤال بنفسه، أو الطلب إلى الأطفال تنفيذ نشاط ما لملاحظة ومناقشة ما يحدث، ويمكن للمعلم أن يحث الأطفال على ملاحظة كيف تتجه الرويشات (الأفرع والأوراق الجديدة) نحو الضوء، ويفسر كيف تحتاج

النباتات الضوء للغذاء. ويمكن عرض ذلك بطريقة مثيرة تماماً، عن طريق إنبات الفول في علبة ذات غطاء، وعمل ثقب في أحد جوانب العلبة البعيدة عن النبات، ولا يُزال غطاء العلبة إلا عند سقاية النبات فقط؛ سيلاحظ الأطفال نمو النبات باتجاه الضوء، وفي النهاية ستخرج الرويشات من خلال الثقب.. وفي مناسبة أخرى يمكن للمعلم الطلب إلى الأطفال الزراعة في ثلاثة أوعية، بوضع حوالي عشرة بذور في كل منها، وقطع أغطية من البوليستر لتغطية كل وعاء، ثم وضع أوزان مختلفة على الغطاء، ١٠٠ جم، و ٢٠٠ جم، و ٣٠٠ جم.

وستحتاج النباتات لسقاية منتظمة، ولكن يجب إعادة وضع الأوزان إلى مكانها بعد السقاية، وسيلاحظ الأطفال بأن الرويشات تدفع أخف الأوزان إلى أعلى.. وعندما يدرك الأطفال مدى قوة النبات، يمكنهم البحث عن دليل يوضح تأثيره في البيئة، مثل إحداث شروخ في أرصفة الشارع والجدران... إن هذه الخبرة ضرورية لتفسير الدور الذي تلعبه النباتات في تجوية الصخور.

ويمكن زراعة الفول لملاحظة تأثير كل من الصخور والجاذبية الأرضية على النباتات، ولكن قبل ذلك يجب نقعها في الماء ليوم كامل، وعادة ما يندهش الأطفال لرؤية مدى ثقلها وضخامتها اللذين أصبحت عليهما بعد النقع. وبالنسبة للأطفال غير القادرين على استخدام الأوزان المترية، فيمكنهم وزن (فولهم) مقابل كتل مستطيلة وصغيرة من البلاستيك، ويجب أن يضع الأطفال ورقة نشاف حول السطح الداخلي لمرطبان زجاجي يحوي تربة في وسطه لتثبيت الورقة في مكانها، ثم يوضع بذرتان أو ثلاث بذرات من الفول بين الورق النشاف والزجاج، وذلك لملاحظة نمو البذور بسهولة. إن الرويشة تظهر أولاً، وهي تنمو دائماً بحيث تتجه للأعلى مهما كان الوضع الذي يوضع عليه الفول،

وإذا حرك الأطفال بحرص حبة الفول، بحيث تشير الرويشة للأسفل، فإنها ستصحح نفسها، وذلك لأن الرويشات تنتحي ضوئيا، أي أنها تتجه نحو الضوء. وبنفس الطريقة، فإن الجذور تنتحي أرضيا، وتتجه للأسفل نحو قوة الجاذبية الأرضية، كما أن الجذور تتجه بعيدا عن الضوء، وستحاول أن تدفع نفسها خلال الورق النشاف إلى التربة المظلمة، ويمكن للأطفال قياس النمو اليومي للرويشات والأوراق والجذور والجذيرات.

إن الأطفال لا يعتبرون الأشجار من النباتات لأنها كبيرة جدا، إلا أنه يمكن التغلب على سوء الفهم هذا بزراعة شجر البلوط أو الكستناء في أوعية، ثم نقلها لزراعتها في أماكن مناسبة لها، أو بملاحظة وتسجيل التغيرات لإحدى الأشجار طوال العام في كتاب الفصل، ومقارنة تغيراتها مع نمو الأزهار والشجيرات الصغيرة، كما يمكن دراسة الشجرة كموطن أو بيئة للكائنات الحية الأخرى.. ومع تغير الشجرة خلال الفصول يمكن تشجيع الأطفال على ملاحظة ما يحدث للحيوانات والنباتات المرتبطة بها؛ حيث إن ذلك يساعد أيضا على إقامة علاقة بين التغيرات الفصلية والتغيرات في سلوك كل من الحيوانات والنباتات.

مراقبة الحيوانات

إن العديد من المعلمين يملكون الخبرة في إعطاء الفرصة للأطفال لملاحظة الحيوانات والتعامل معها؛ وذلك ما يشتمل عادة على العناية بالحيوانات الأليفة داخل الفصل، وزيارات للمزارع المحلية، والغطس في البركة، وإطعام الطيور، والعناية بالحيوانات الصغيرة غير الأليفة، مثل: أبو ذنبية، والحلزون، والقواقع، ودودة القز (يرقة الفراشة)؛ وذلك لفترات قصيرة، وفي الفصول المناسبة

لذلك، مع ملاحظة أن الأبحاث التي تتضمن استخدام الحيوانات يجب أن تكون محدودة، آخذين بعين الاعتبار مصلحة الحيوانات في جميع الأوقات.

ويحتاج الأطفال لتطوير مهاراتهم في الملاحظة، وذلك عن طريق طرح الأسئلة التي تلفت انتباههم لمظاهر الحياة المختلفة، ومنها الحركة والنمو والتغذية.. وإذا قاموا بمراقبة حيوان ما خارج الفصل، فيجب أن يلاحظوا مكانه أيضاً، هل هو على الأرض أم على مستوى أعلى من ذلك؟ هل هو في مكان محمي؟ هل هو في موقع جاف أم رطب؟ هل هو بمفرده؟ هل هو واضح للعيان أم يصعب رؤيته؟ وعندما ينظر الأطفال لحركة الحيوان، فقد يمكنهم توقيت وقياس سرعة حركته، أو ملاحظة إن كان يتحرك بسرعة عالية جداً يصعب توقيتها. ويجب أن يلاحظوا أي أجزاء الجسم تتحرك، ووصف كيفية حركتها، ومدى تكرار هذه الحركة؛ هل يمشي الحيوان أم يطير؟ ينزل أم يزحف؟ هل يخلق متقلبا خلال طيرانه؟ هل يسبح أم يجدف؟ هل تتحرك جميع الأرجل معا أو بنفس الطريقة؟ هل تتحرك في خط مستقيم؟ هل يرقد في وضع جسماني معين؟ وإذا حصل الأطفال على فرصة لملاحظة تغذية الحيوان، فيمكن سؤالهم علام وكيف يتغذى هذا الحيوان. وقد تكون هناك بقايا وجبات سابقة توضح الطعام الذي يفضل الحيوان أن يتغذى عليه، وإذا جمع الأطفال بعض ديدان القز، فيمكن الطلب إليهم ملاحظتها، وهي تتغذى، مستخدمين في ذلك العدسات المكبرة، كما أن طرح أسئلة عن كيفية حركة الفك، أو هل تتغذى ديدان القز عن طريق تفتيت الطعام أو قضمه، وعمل ثقوب فيه أو مضغ أطرافه؛ تساعد الأطفال على تركيز انتباههم، ويمكن تشجيعهم على طرح الأسئلة على بعضهم بعضاً.

كما يمكن للأطفال أيضا ملاحظة كيف تتأثر ورقة النبات، فإذا أعطيت دودة القز ورقة واحدة، يمكن للأطفال رسم خط حول الورقة في الصباح والمساء، لملاحظة الكمية التي أكلتها الدودة، والأجزاء التي تغذت عليها من هذه الورقة. وطلب قياس الأشياء المختلفة من الأطفال يساعدهم أيضا على ملاحظة الاختلافات والتغيرات، فإذا قاس الأطفال دودة القز كل يوم، فإن بإمكانهم اكتشاف إن كانت تنمو بانتظام أم أن نموها مفاجيء يحدث في لحظة، ويستطيع الأطفال المتميزون تسجيل نتائجهم في رسوم بيانية، وأما الأطفال الأقل قدرة، فيمكنهم قطع أطوال أو أشكال من الورق مكافئة لحجم دودة القز في كل يوم.

وقد تُظهر النتائج التي توصل إليها الأطفال نوعاً من التكرار؛ وعلى سبيل المثال: هل تنمو جميع ديدان القز بانتظام؟ إن وجود التكرار في النتائج يمكن العلماء من طرح الفرضيات التي يختبرون صحتها بعد ذلك، فإذا وجد الأطفال أن جميع ديدان القز تنمو فجأة، فإنه يمكنهم وضع إفادة، وهي «جميع ديدان القز تنمو فجأة» ويمكنهم بعدئذ التنبؤ بأن دودة القز الجديدة ستبغ الخطة ذاتها، وإذا وجدوا دودة قز أخرى يمكنهم اختبار ذلك.

وبعض الحرص يمكن للأطفال تنفيذ بعض الأبحاث عن الغذاء والمكان المفضل لحيوانات مختلفة، فإذا كان الأطفال يراقبون أبا مقص أو دودة الأرض، فقد يكونون قد لاحظوا بأنها عادة ما توجد في الأماكن المظلمة؛ ويمكنهم بعد ذلك تصميم تجربة لاكتشاف إن كان أبو مقص يفضل الأماكن المظلمة حقيقة، وقد يقترح الأطفال وضع ديبات أبي مقص في صندوق كبير يغلف نصفه بورق أسود، ثم يتم فحص هذا الصندوق لرؤية مكان الديبات فيه. وبحث مشابه

يمكن اختبار إن كانت ديدان الأرض أو أبو مقص يفضلون الأماكن الرطبة، وذلك بتغليف نصف صندوق بمنشفة ورقية رطبة، وتغليف نصفه الآخر بمنشفة ورقية جافة، وبعد الانتهاء من التجربة، يجب بالطبع إرجاع الحيوانات إلى أماكنها التي وجدت فيها. ولاختبار الطعام المفضل عند الحيوانات يمكن إمدادها بتشكيلة متنوعة من الأطعمة لملاحظة أيها يتم تناولها، ومن الضروري هنا التأكد من أن الحيوان يحصل فعلاً على بعض الطعام الذي يتغذى عليه عادة، وأن هذه الأطعمة لا تتضمن أي طعام ضار بالحيوان. ويمكن إطعام العضل (حيوان من فصيلة الفأر بحجم الجرذ) الذي يتم تربيته في الفصل؛ كمية تم وزنها من التفاح والبطاطس والجزر والجبن، وبعد مضي يوم على ذلك يتم إعادة وزن هذه الأطعمة وملاحظة أي دلائل تشير إلى الأكل، كما يمكن ترك مربعات متساوية الحجم لأوراق مختلفة، مثل الكرنب والخس والبلوط والقراص (نبات شائك) والجميز مع حيوان البزاقة العارية، وكمية الأوراق التي يتم أكلها ستشير إلى طعام البزاقة المفضل، وقد يلاحظ الأطفال أن البزاقات أقل ميلاً لأكل أوراق الأشجار، ويمكن اختبار هذه الفكرة على نطاق أوسع باستخدام مجموعة متنوعة أخرى من الأوراق. وإذا كانت المدرسة من تلك المدارس التي تحلق عليها الطيور بصورة منتظمة، فيمكن وضع أنواع مختلفة من الأطعمة لها، فيستطيع الأطفال وضع كميات متساوية من البذور المختلفة والتوت والخبز ورقاقات البطاطس المقلية والسمن والتفاح، وملاحظة أي الطيور تأخذ هذه الأطعمة، أو ملاحظة الأطعمة التي تم نفاذها. (الرجاء ملاحظة أنه لا ينصح بوضع الفول السوداني خلال الربيع والصيف، لأنها يمكن أن تكون ضارة لصغار الطيور)، كما يمكن عمل اختبار لاكتشاف إن كانت خلفية من الألوان

المختلفة تؤثر على عادات الطعام عند الطيور، فقد تفضل الطيور ألوانا تعكس بيئتها المعتادة، وللتأكيد على ضبط التجربة يجب وضع نفس الكمية والنوع من الطعام على مربعات من ألوان مختلفة.

الاهتمام بالبيئة المحلية والارتقاء بها

إن إدراك الحاجة للعناية بالبيئة الطبيعية المتغيرة هو جزء أساسي من دراسة الأطفال لهذه البيئة، فمن المتوقع من الأطفال معرفة أن الأنشطة الإنسانية المختلفة تنتج الكثير من النفايات. بعض منها - وليس جميعها - تحلل طبيعياً، ويمكنهم استخدام هذه المعرفة لتحسين مظهر بيئتهم المباشرة.

قد يحتاج الأطفال في البداية تعرّف النفاية التي يتم إنتاجها، وإلى أي مدى تشكل هذه النفايات مشكلة، ودراسة ما يمكن عمله للتخفيف من حدتها. إن ذلك يمثل موضوعاً ذا علاقة وطيدة بالعلوم التطبيقية، ولذلك فإنه ستوفر فرص عديدة لممارسة أنشطة العلوم التقنية إلى جانب العمل العلمي، والتي يمكنها أن تتضمن تقارير عن آراء وأفعال الأشخاص الآخرين وتقويم تأثير الملصقات، وتصميم وعمل أدوات لجمع الفضلات، وإعادة فحص التصميم والهدف من جمعها، ودراسة تصنيفها إلى مجموعات، إلى جانب جمع المعلومات في المنطقة وإبداء الرأي في كيفية تحسين ذلك، والخطة اللازمة لها.

إن عمل دراسة مسحية عن فضلات الفصل التي أنتجها الأطفال أنفسهم، ستجعلهم يفكرون في كمية المهملات ومحتوياتها. ويمكن لمجموعات الأطفال المختلفة وزن وتصنيف المهملات المنتجة كل يوم، (مع ملاحظة أنه يجب ارتداء القفازات البلاستيكية وغسل أيديهم بعد انتهاء النشاط)، وإذا قاموا بتقدير وزن

المهملات قبل وزنها فعليا، فإن ذلك سيعينهم على تطوير تقديرهم الرياضي للأوزان، وقد يدأون بإدراك أن المهملات ضخمة جدا في حجمها، إلا أنه ليس من الضرورة أن تكون ثقيلة في وزنها.. وبعد وزنهم للمهملات يمكنهم أن يقرروا كيفية تصنيفها، ثم بعد ذلك وزن المجموعات الناتجة، فقد يقرروا تصنيفها على أساس الاستخدام الأصلي للمادة، مثل أوراق تغليف الحلوى، وأكياس البطاطس المقلية، والأوراق والقناني، أو على أساس نوع المادة مثل البلاستيك، والمعدن، والورق، والزجاج، وبعد أسبوع من ذلك يمكن مقارنة نتائج الأيام المختلفة، وكلما أمكن فإنه يجب إشراك الأطفال في تقرير كيف يمكن جمع وتسجيل وتقديم معلوماتهم.

ويمكن التوسع في هذه الدراسة بمقارنة نوعية وكمية المهملات المنتجة يوميا من الفصول المختلفة، والسكرتاريا وغرفة المدرس الأول^(١) والهيئة التدريسية، والمطابخ، ومن ساحات المدرسة، كما يمكن للأطفال الطلب إلى عائلاتهم تسجيل كل ما يلقونه من فضلات خلال اليوم الواحد في جدول خاص، ثم بعد ذلك تحليل المعلومات التي جمعوها لمقارنة الفضلات من الأماكن المتعددة، وبهذا قد يصبحوا قادرين على اقتراح أسباب الفروق. وهذه التفسيرات أو النظريات يمكن تقويمها عن طريق مقابلة المعلمين والأطفال من الفصول الأخرى.

وسيدرك الأطفال سريعا بأنه تتولد يوميا كميات ضخمة من الفضلات، ويستطيع الأطفال دراسة ما يحدث لها، وسبل تقليلها وإعادة استخدامها؛ وقد يكون من المفضل هنا مقابلة حراس المباني ورجال النظافة لمناقشة وظائفهم،

(١)المدرس الاول : هو المشرف الفني للمادة العلمية (الترجمة)

وتفسير كيف يتم تجميع القمامة؟ وكيف يمكن للأطفال المحافظة على بيئة المدرسة نظيفة وجذابة؟ كما سيحتاج المعلم للاستعانة بأشرطة الفيديو والشرائح الفوتوغرافية (السلايدات)، والمصادر الثانوية الأخرى لتفسير ما يحدث للفضلات بعد أخذها من المدرسة.

إن طرق تقليل الفضلات تتضمن الاقتصاد في استخدام المواد وإعادة استعمالها مرة أخرى، ويمكن لإحدى مجموعات الأطفال تصنيف فضلات يوم كامل لتقرر إن كان يمكن استخدامها بطريقة تنم عن اقتصاد أكبر، فقد يجدون أوراقا ملقاة، ولكنها لم تستخدم إلا بطريقة جزئية فقط، والتي كان من الممكن الاحتفاظ بها للأعمال التحضيرية، وبعد عمل حرفي نجد أمثلة كثيرة، حيث تستخدم قطعة كبيرة من الورق المقوى لقطع أشكال صغيرة، ثم يُرمى الباقي في سلة المهملات. كما يمكن لمجموعة أخرى مقابلة طاهي المدرسة، وتسجيل الأطعمة التي يفضلها الأطفال، وذلك لاقتراح كيفية تقليل فضلات الطعام، فقد يقترحون ويصممون ملصقا يشجع على تناول وجبات الطعام الرئيسية كاملة، والطلب من الطاهي إمدادهم بالمزيد من طعام معين ما دام هذا الطعام مغذيا لدرجة مناسبة. ومجموعة ثالثة يمكنها دراسة التغليف وعمل تقرير عن ذلك، فيمكنهم اكتشاف أي المواد يفضل تغليفها عادة من الزجاج، أو ورق الكرتون، أو علب القصدير، أو البلاستيك، واقتراح سبب ذلك، كما يمكنهم النظر في التغليف غير الضروري، حيث يكون الغلاف أكبر بكثير جدا من محتوياته، أو أن تكون إحدى القطع مغلفة بغلافين أو ثلاثة أغلفة دون حاجة لذلك، وعلى سبيل المثال: وجود علبه كرتونية لشراب مغلفة بالبلاستيك.. من هذه الخبرة يستطيع الأطفال تصميم علبه حلوى تسع لعشر قطع، تكون جذابة

وفي الوقت ذاته تستخدم ورق الكرتون بصورة اقتصادية.

يعلم العديد من الأطفال بأنه يمكن إعادة تصنيع (تكرار) بعض المواد، كما أن معظم الهيئات لديها تسهيلات لجمع القناني الزجاجية، وعلب القصدير، والأوراق، ويمكن إثارة انتباه الأطفال للاحتتمالات العديدة، لإعادة تصنيع المواد بطريقة مثيرة، وذلك إذا قاموا بإعادة استخدام المواد المختلفة التي يجدونها في المدرسة بأنفسهم، حيث يمكن إثارة حماسهم لإعادة استخدام قمامة يوم كامل في صنع لوحة أو مجسم، فيمكنهم استخدام العلب القديمة في عمل مجموعة متنوعة من المجسمات، كما يمكن استخدام الورق لصنع الورق المعجن (مادة صلبة مصنوعة من عجينة الورق ممزوجة بالغراء وغيره من المواد اللاصقة)، وأما الأوراق الملونة المختلفة والقصاصات الورقية فتستخدم لعمل الملصقات، كما يتم صنع الأوراق المكررة وزخرفتها، ويمكن مقارنة ذلك الورق المكرر مع الورق المكرر التجاري والأوراق الأخرى. أما الخضروات المهملة، فيمكن تكديسها في كومة وصنع مزيج منها مع روث الحيوانات، وذلك لاستخدامها في تسميد الحديقة، كما يمكن جمع الملابس القديمة وأخذ قطع الأقمشة منها للاستخدام في دروس التربية الفنية ودروس العلوم، أو الاحتفاظ بها للأطفال الذين تتسخ ملابسهم خلال اليوم المدرسي أو التبرع بها.

إن الفضلات المبعثرة هي مشكلة أخرى من مشاكل المهملات، فقد لا يدرك الأطفال لماذا تعتبر هذه الفضلات غير مرغوب فيها، فمن الواضح أنها قذى للعين تؤذي البصر، ولكن قد لا يعرف الأطفال بأن الحيوانات الصغيرة عادة ما تحاصر وتموت في القناني المرمية، كما أن قطع الزجاج المتكسرة وأعقاب السجائر قد تشعل الحرائق، هذا إلى جانب أن تحللها يستغرق وقتا طويلا جدا.

ويمكن للأطفال وضع مواد مختلفة مثل ورق الأشجار، والأوراق، والزجاج، ومعدن القصدير والبلاستيك في حقائب شبكية مختلفة وتعليقها في الهواء الطلق، ثم بعد ذلك تسجيل حالة محتويات الحقائب أسبوعياً.. سيكتشف الأطفال بأن الأوراق وأوراق الأشجار والبطاقات الورقية ستتحلل، ولكن ببطء شديد جداً، أما معدن القصدير فسيصداً، ولكن من غير الممكن أن يتغير أكثر من ذلك خلال الوقت الذي يلاحظ فيه الأطفال الحقائب، أما الزجاج والبلاستيك فلن يتأثر أبداً. ونتيجة لذلك يجب أن يدرك الأطفال تماماً أنه إذا تركت الفضلات مبعثرة حولهم، فإنها لن تختفي سريعاً ما لم يقم شخص ما بالتقاطها.

ويمكن للأطفال القيام بدراسة مسحية عن المهملات في أرض المدرسة عن طريق جمع الفضلات في أوقات مختلفة من اليوم للتعرف على نوع الفضلات الملقاة، والوقت الذي يتم فيه ذلك. كما يمكن وضع علامات على خارطة بسيطة للمدرسة عن موقع أكثر الفضلات، ويجب على الأطفال محاولة تفسير اكتشافاتهم؛ هل توجد أكثر الفضلات قرب أماكن لعب الأطفال، أو حول صندوق القمامة، أو في مواقع لا يوجد فيها أي صندوق لذلك؟ أو أنها تكثر حيث يدفعها الهواء؟ وقد يمكنهم التفكير في وسائل لاختبار تفسيراتهم، فإذا اقترح الأطفال أن معظم المهملات موجودة حول الصناديق، وذلك لأنها تتطاير للخارج، فإن بإمكانهم عمل غطاء للصندوق والملاحظة ثانية، كما يمكنهم عمل دراسة عن الأيام التي تعصف فيها الرياح باتجاهات مختلفة، والأيام التي لا يوجد فيها رياح لاختبار أهمية الرياح في ذلك. وما أن يصل الأطفال لمرحلة الاعتقاد بأنهم قد تعرفوا على أسباب حدوث الفضلات حتى يمكنهم محاولة

التفكير بالطرق المختلفة لتقليلها، فيمكنهم تصميم أدوات لجمع الفضلات وتنظيف منطقة تحتاج لذلك، سواء أكانت داخل المدرسة أو بالقرب منها، هذه الأدوات قد تكون أنواعا من المغارف (المجارف)، أو كماشات مثبتة على عصا لتقليل الانحناء إلى أسفل، كما يمكن صنع صناديق مهملات تلفت الأنظار، يتم تصميمها بحيث توقف تطاير المهملات، وتكون سهلة التفريغ، إلى جانب ذلك يمكنهم عمل الملصقات التي تشجع الناس على عدم رمي مهملاتهم إلا في الأماكن المخصصة لذلك. وكجزء من العلوم التقنية، يمكن مراجعة هذه الحلول وتطويرها وتقويمها، كما يمكن اختبار تأثير الملصقات والصناديق عن طريق مقارنة تقارير المهملات قبل وبعد إنتاجها.

إذا أدرك الأطفال بعض الاختلافات بين الأشياء الحية، وعرفوا بعض العوامل الضرورية للحياة، وكونوا فكرة عن كيفية اختلاف الحيوانات والنباتات نتيجة للطقس والفصول، وأدركوا الحاجة للعناية والاهتمام ببيئتهم المباشرة وجميع الأحياء فيها، مهما كانت صغيرة أو غير جذابة، فسيملكون بذلك أساسا عظيما يمكن أن يُبنى عليه عند دراسة البيئات المختلفة، بتفصيلات أكبر لاحقا في مرحلتهم الابتدائية.

الفصل الرابع

اكتشاف الطاقة والقوى خلال اللعب

اكتشاف الطاقة والقوى خلال اللعب

الحلقة الأولى في المرحلة الابتدائية

يتطلب المنهج القومي أن يبدأ الأطفال في تعرّف القوى المختلفة والطاقة من خلال محتوى بيئتهم المباشرة وتجاربهم فيها، فيحتاجون بداية لفهم كيفية عمل الأجهزة البسيطة وتخزينها للطاقة، واكتشاف القوى التي تدفع الأشياء وتوقفها، وتغير من شكل الأجسام من خلال التجربة، والطريقة المثالية للبداية هي دراسة اللّعب .

وصف وتصنيف اللّعب

إن لم تكن المدرسة تملك مجموعتها الخاصة من اللعب المتحركة، فربما يستطيع الأطفال إحضار لعب من المنزل، والتي قد تتضمن السيارات، وطائرات خشب البلزا، والدمى المتحركة، وسيارات تعمل بأجهزة التحكم عن بعد (الريموت كنترول)، ولعبة خلطة الطعام، وحيوانات أو قوارب يتم تعبئتها يدويا بمفتاح، وحيوانات تقفز على الزنبرك.. ويجب أن يمتد نطاق اللعب لتشمل تشكيلة متنوعة من مصادر الطاقة، واللعب التي تروق لكل من الأولاد والبنات على حد سواء.

ويمكن تقديم اللعب للأطفال بعدة طرق، فيمكن إعطاؤهم لعبة في غطاء الوسادة، ويطلب إليهم أن يتحسسوها، ويصفوا ما بداخلها، كما يمكن أن يطلب منهم التحدث والكتابة عن لعبتهم المفضلة؛ ورواية خيالية عن إحدى اللعب يمكن أن تثير وتحفز العمل.

وما أن يأخذ الأطفال فرصتهم في التحدث عن اللعب بصورة عامة، ويكونون فكرة عن طرق وصفها، حتى يمكن أن يُعطى كل طفلين لعبة واحدة ويُطلب إليهما محاولة استكشافها.

إن لم تكن اللعب متاحة دائما في الفصل، فسيحتاج الأطفال لفترة من اللعب الحر المناسب، قبل أن يكونوا قادرين على التركيز على فهم قواعد اللعبة والالتزام بها. هذا النوع من فترات اللعب عادة ما يكون ضروريا عند تقديم مادة أو جهاز جديد للأطفال، حيث يصبح الأطفال عندئذ قادرين على الاستخدام الأفضل للجهاز، وذلك لقدرتهم على التركيز على مهمة معينة بعد إدراكهم لخواص اللعبة وإمكانياتها وحدودها.

ويمكن تشجيع الأطفال للتحدث عن شكل لعبهم، وحجمها، ومصدر تشغيلها، وكيفية حركة أجزائها المختلفة، ومن يلعب بها عادة وأين؟. وبعض الألعاب تصمم على شكل حيوانات، وفي هذه الحالات يمكن للأطفال مقارنتها مع الحيوانات الحقيقية، وعلى سبيل المثال: هل يتحرك الفأر الحقيقي مثل لعبة الفأر الميكانيكية؟ وقد يحتاج الأطفال لحثهم على طرح الأسئلة عن اللعبة بأنفسهم ومحاولة الإجابة عنها. فقد يحاولون معرفة مدى استمرار الدمية الميكانيكية في حركتها عند ملئها بدورة واحدة من المفتاح أو دورتين أو ثلاث دورات، كما أن لعبة زبركية ذات ممص قد تصبح بداية بحث لإيجاد الوقت الذي يستغرقه الممص لينفصل عن الجسم الملتصق به، ومن ثم يمكن للعبة من القفز.. هل كان الوقت ذاته في كل حالة؟ ما هو أطول وقت؟ وما هو أقصره؟ ما الارتفاع الذي تقفز إليه اللعبة؟ مثل هذه الأنشطة تشتمل على تدريب الأطفال على توقيت وقياس حركة اللعبة.. وعادة ما يكون الأطفال حريصين

جدا في قياساتهم، لأنهم يكونون مهتمين بنتيجة ذلك. وغالبا ما تتيح الأنشطة العلمية الفرصة للأطفال لتطبيق المفاهيم الحسائية في سياق ذي معنى وهدف. وما أن ينتهي الأطفال من بحث لعبهم حتى يمكنهم التحضير لتقديم تقرير لفظي أمام باقي زملائهم في الفصل؛ إن ذلك لا يطور مهاراتهم الشفهية فحسب، بل يعينهم أيضا على توضيح وترتيب أفكارهم.

ويمكن للأطفال فحص مجموعة اللعب كلها، ثم يطلب منهم تصنيفها بطرق مختلفة، وهنا سيعرضون عدة اقتراحات، ومنها: اللعب الصغيرة والكبيرة، واللعب الجميلة، ولعب الماء، ولعب مختلفة الألوان، واللعب ذات البطاريات. ويمكن للمعلم انتهاز هذه الفرصة ليثير انتباههم إلى أن بعض التصنيفات أفضل من الأخرى، وبما أن الأطفال المختلفين سيعتقدون بأن لعبا مختلفة هي الأفضل، فإن ذلك سيكون وصفا شخصيا وغير موضوعي تماما. وبالنسبة لسؤال عن متى تكون اللعبة كبيرة؟ فإن الأمر يحتاج لأسس قياسية أحيانا في التصنيف، وإذا لم يقترح الأطفال تصنيفا يرتبط بمصادر الطاقة، فيمكن للمعلم تقديم ذلك لهم، حيث يمكن للأطفال تصنيف اللعب إلى تلك التي تتحرك بالسحب وبالدفع، أو بالالتفاف، أو باستخدام القوة العضلية، أو قوة البطارية، أو الأجسام المرنة والزنبركية، أو تلك التي تخزن طاقتها في خيط مطاطي، أو بآلية ميكانيكية وبطارية، أو تلك التي تتحرك للأعلى والأسفل، في خط مستقيم، أو في دوائر، أو للداخل والخارج. ويمكن أن يتسع مدى اللعب التي يتم تصنيفها باستخدام صور من الفهارس المصورة (الكتالوجات)، بالرغم من أنها ليست بديلا عن الأشياء الحقيقية.

وما أن يثق الأطفال في تطبيقهم لمفردات لغوية مثل: «يلوي، يدير، يدفع،

ويسحب»، حتى يمكن الاسترسال في الموضوع عن طريق البحث في كيف يمكن للعجلات أن تحرك الأجسام بسهولة، واستكشاف مصادر الطاقة المختلفة مثل: الرياح، والمرونة، والماء وقوة الكهرباء.

فحص العجلات

يمكن جذب انتباه الأطفال للعجلات، وذلك من خلال جمع أشياء ذات عجلات أو صور لها مثل: لعب السيارات، وعربة الأطفال، وعجلة اليد، وساعة كبيرة، والدراجة، وعربة الخدمات (الترولي). وبما أن الأطفال عادة ما يفكرون بأمثلة لأنواع من طرق المواصلات فقط، فقد يحتاج المعلم هنا للإشارة إلى أن الهيكل الداخلي لبعض الآلات والمكائن عادة ما يحتوي على عجلات أيضا. ويمكن للأطفال محاولة اكتشاف كيف تعين العجلات مثل هذه الآلات في العمل، واقتراح طرق تركيب بعض منها. ويمكن للأطفال تصنيف الآلات وتسجيل ذلك في كراسات، حيث قد تعرض إحدى الكراسات آلات ذات عجلة أو عجلتين أو ثلاث أو أربع عجلات، في حين تعرض أخرى الآلات ذات العجلات الموجودة في خارج المدرسة ومقارنتها بتلك الموجودة بداخلها.

ويمكن عرض مشكلة طريقة توصيل صندوق ثقيل جدا مليء بالكتب من حارس المدرسة أمام التلاميذ؛ إنه لمن الضروري أن يدرك الأطفال أنه عادة ما يوجد أكثر من حل واحد لمثل هذه المشكلات، فقد يقترحون سحبه بجبل، أو تثبيت عجلات في أسفله، أو استخدام البكرات في ذلك، كما يمكن عرض سلسلة من الصور التي توضح كيفية نقل الأشياء عبر

التاريخ، وذلك لمناقشة كيفية عملها، وبأي ترتيب تاريخي يمكن أن تكون قد حدثت فيه.

يستطيع المعلم أو الأطفال من الفصول الأكبر سنا عمل عربات ذات عجلات غريبة الشكل، كأن تكون مربعة، ومثلثة، وبيضاوية، وسداسية. وعجلات ذات أحجام مختلفة أو ذات محاور بعيدة عن المركز؛ وبعد التنبؤ بكيفية وإمكانية حركة كل عربة، يمكن للأطفال محاولة تحريكها.. مثل هذه الخبرة ستمكنهم من إدراك أن المحور المركزي والعجلات الدائرية ضرورية للحركة الفعالة.

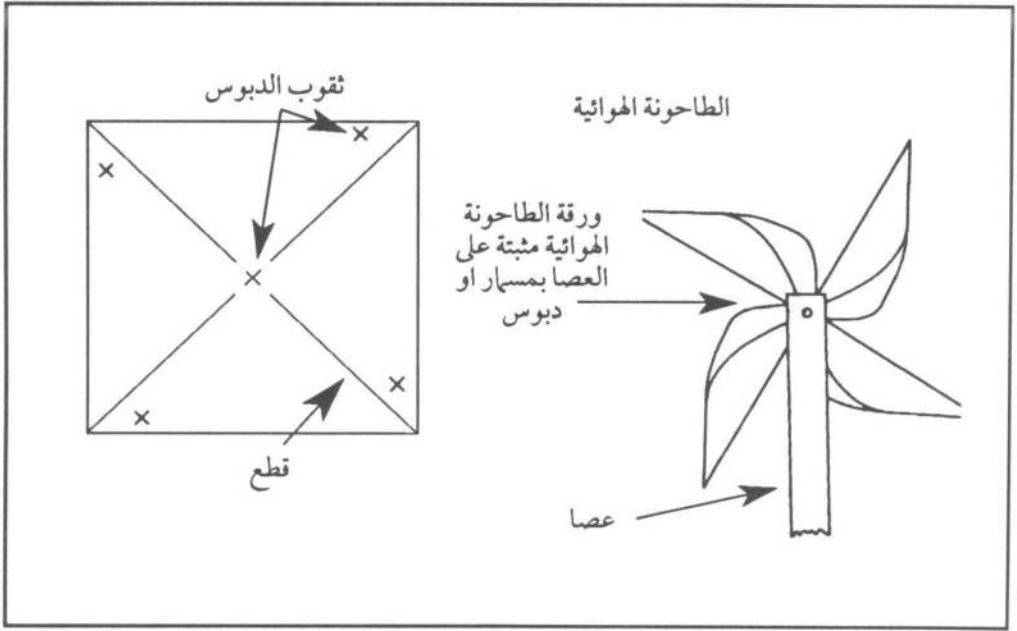
والآن يمكن الطلب من الأطفال تصميم وصنع سيارات متحركة خاصة بهم، والتي تتحرك بالسحب أو الدفع. هنا ستكون الحاجة للعديد من المواد، مثل علب الكرتون، والخشب، وأعواد الخيزران من الحديقة، وأوتاد، وعجلات من الورق المقوى، وتشكيلة متنوعة من مواد اللصق والتثبيت مثل مشكات تدبيس الأوراق، والصمغ والشريط اللاصق... والمرجح أن رؤية المواد وتوفرها في أنشطة لحل مشاكل من هذا النوع، ستقود الأطفال لأفكار أكثر، كما أن العمل في مجموعات صغيرة من شخصين أو أكثر من ذلك بقليل يساعد على تطوير أفكارهم ولغتهم، إلا أنه إذا كان حجم المجموعة يفوق عدد المهام الموكلة إليهم، فإن ذلك سيجعل بعض الأطفال لا يساهمون بفعالية تامة.. وأنشطة من هذا النوع تستغرق وقتا، وربما تأخذ يوما كاملا، وذلك ليتمكن الأطفال من التخطيط واكتشاف الأخطاء، وحل المشاكل وتقويم عملهم، إلا أن مثل هذه المهام يمكن تبريرها بسهولة، حيث أنها تغطي أيضا العديد من النواحي الأخرى في المنهج، مثل اللغة المكتوبة والشفوية، والعلوم التقنية والرياضيات.

صنع لعب توضح مصادر الطاقة المختلفة

إن فحص اللعب وصنعها يمكن الأطفال من فهم مصادر الطاقة المختلفة، وكيف يمكن تخزينها، ويتم اقتراح عدة أفكار تتغير حسب درجة البراعة المطلوبة ومستوى تعقيد التعليقات اللازمة. وأما بالنسبة للأنشطة الأبسط، فإنها تتناسب مع من هم في السادسة إلى السابعة من العمر، حيث يمكن عرض مثال على النموذج الذي سيقومون بصنعه، أو إعطاؤهم إرشادات ليتبعوها، في حين يمكن أن يقوم الأطفال الأكبر سناً، ومن هم في السنوات الأخيرة من المرحلة الابتدائية بإعداد مشروع متشعب لصنع جهاز يعمل باستخدام مصدر طاقة معينة. واتباع إرشادات نموذج معين تحوي القليل جداً من العلوم، ما لم يتضمن ذلك اختبار متغيرات متنوعة، أو مشكلة يلزم حلها، ومن خلالها يتمكن المعلم من مناقشة نواح مثل الطاقة والقوى والاحتكاك.

الطواحين الهوائية

إذا أعطينا الأطفال التوجيهات لصنع طاحونة هوائية، فيمكن تركهم لاكتشاف أن أشعة الورقة ستحتك بالعصا، ولذلك توقف الحركة شكل (٤-١). إن ذلك يمدهم بخبرة مبكرة عن القوى، ومثال عليها في حالتنا هذه قوة الاحتكاك التي تقلل الحركة؛ ويمكن حل المشكلة بوضع شيء مثل الخرزة بين الأشعة والعصا. وما أن يتم الأطفال صنع الطواحين الهوائية حتى يمكنهم محاولة إيجاد طرق مختلفة لإدارتها، فقد يقترحون النفخ، أو حملها في الرياح، أو بدفعها في الهواء، وبكل الطرق المختلفة التي تسبب حركة الهواء.



شكل (١ - ٤) الطاحونة الهوائية الورقية

الطائرات الورقية

لا بد أن الأطفال قد شاهدوا فيما مضى طائرة ورقية، وربما سبحت لهم الفرصة لطيرّوها في الهواء، ويمكن الطلب إليهم تصميم وصناعة طائراتهم الورقية الخاصة، مستخدمين في ذلك ورق الجرائد، أو البوليثين، أو قطعة قماش رقيقة، ووتد، وخيط، وورق. ويمكن اختبار طائراتهم، ومناقشة لماذا تطير بعضها في حين أن الأخرى لا تستطيع ذلك، ثم بعدئذ عمل التعديلات اللازمة لها. ويمكن للأطفال التفكير في وزن الطائرة الورقية، وطول الذيل، وفترة بقائها في الهواء، وكيف تظل محمولة في الهواء، وماذا سيحدث في حالة الرياح القوية، أو عدم وجود الهواء بتاتا؟.

المظلات الهوائية (البراشوت)

يمكن الطلب من الأطفال صنع مظلة هوائية للعبة، مستخدمين مواد مختلفة وقب (جمع قبة البراشوت) ذات أحجام مختلفة.

الطائرات الشراعية

إن الأطفال الذين لم يقوموا بصنع طائرات شراعية من الورق المطوي سيحتاجون بداية لعرض ذلك عليهم، وما أن يتمكنوا من صنعها حتى يمكنهم محاولة صنعها بطريقة أفضل.

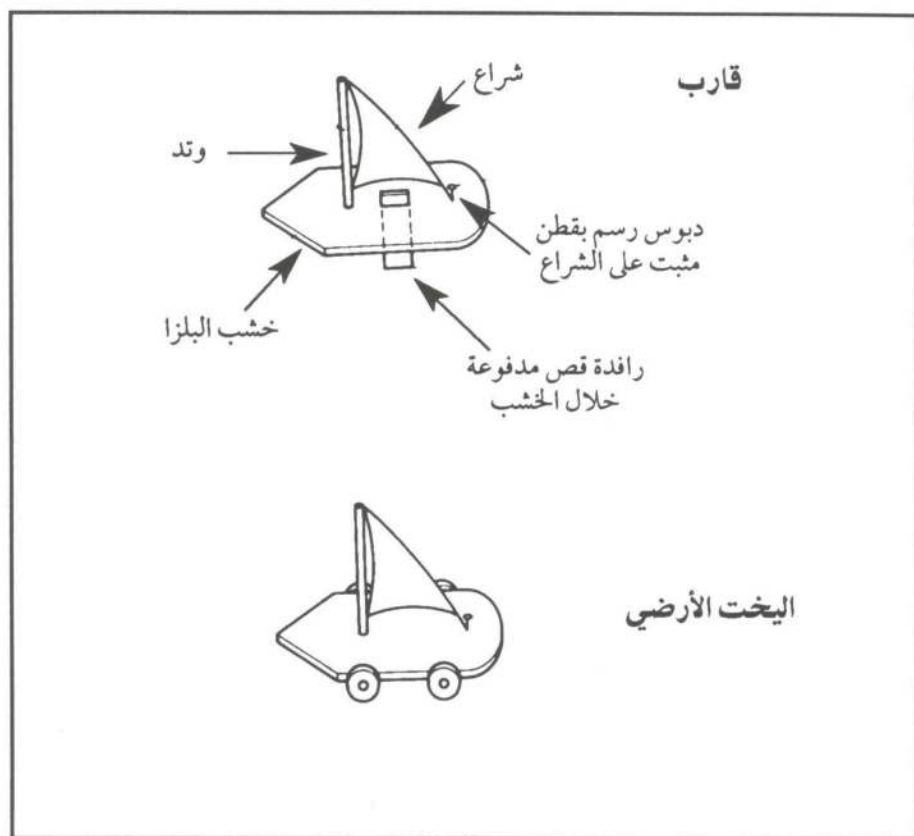
ويحتاج الأطفال لتقرير أي معايير سيستخدمونها في الحكم على نجاح الطائرة، فعلى سبيل المثال، يمكن أن يكون المعيار هو الطيران لمسافة طويلة، وفي خط مستقيم. إن مراقبة تخليق الطائرات الشراعية سيساعد الأطفال في تقرير العوامل التي تحدد نجاح أفضلها؛ لماذا تطير إحداهن لمسافة أبعد من الأخرى؟ لماذا تنحرف بعضها جانباً؟ وقد يقترح الأطفال أن الوزن ونوع الورق، والحجم والشكل كلها تؤثر في ذلك. بمثل هذه المعلومة يمكن للأطفال التخطيط والتنبؤ، ومن ثم اختبار تصاميم جديدة، وهنا سيحتاجون لأنواع مختلفة من الأوراق، مثل ورق الشفاف، والسكر، والمناديل، والقصدير كما سيحتاجون لأوزان بسيطة، مثل مشابك الورق والصلصال، ويمكن جعل هذه المهمة أكثر تطلباً للبراعة والدقة للطلبة المتميزين؛ وذلك بسؤالهم أن يهدفوا إلى جعل طائراتهم تهبط في مكان معين أو أن يجعلوها تدور.

القوارب والعربات الشراعية

إذا استطاع الأطفال صنع شاحنة بسيطة، فإن بإمكانهم صنع عربة

شراعية، وبطريقة مشابهة يمكن محاولة صنع قارب بسيط ذي أشعة (شكل ٢-٤). ويمكن بحث شكل الشراع والمواد المناسبة له، كما سيحتاج الأطفال لحل مشكلة توفير الاستقرار للعربة الشراعية، وهنا سيكتشفون بأنهم يحتاجون لذلك لقاعدة كبيرة، أو رافدة القص الثقيلة (عارضة رئيسية أو قطعة فولاذية تمتد على طول قعر المركب).

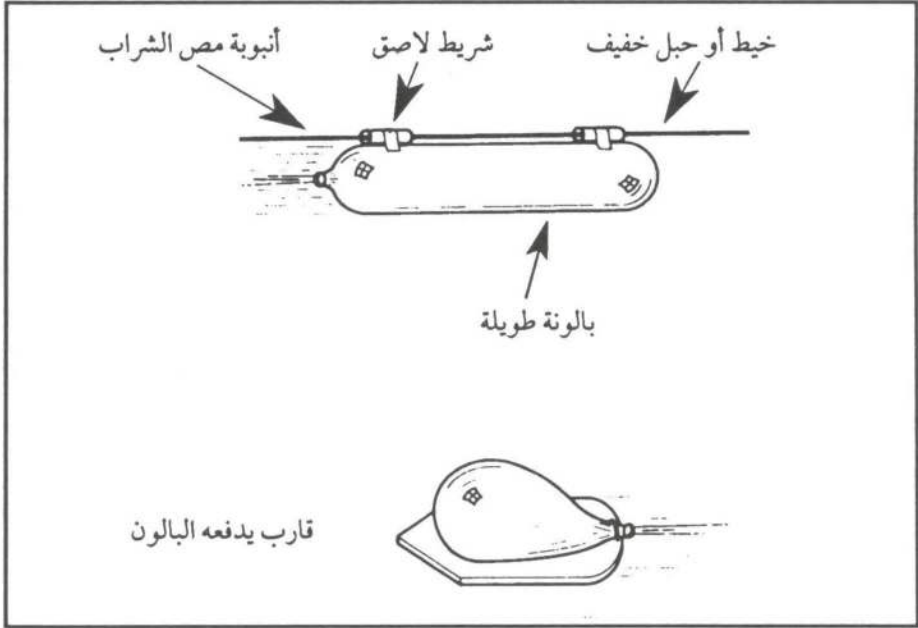
مثل هذه الأنشطة ستمد الأطفال بأساس جيد من الخبرة للرجوع إليه عند دراسة الاستقرار بتفصيل أكبر في الفصول المتقدمة من المرحلة الابتدائية.



(شكل ٢-٤) القارب واليخت الأرضي

لعب ذات محرك نفث

يمكن للأطفال اكتشاف إن كان البالون الكبير يتحرك لمسافة أبعد أو سرعة أكبر من البالون الصغير، وذلك عند إطلاقهما معا. مثل هذه النماذج تمثل أيضا أمثلة لانطلاق الطاقة المخزنة. شكل (٣-٤).

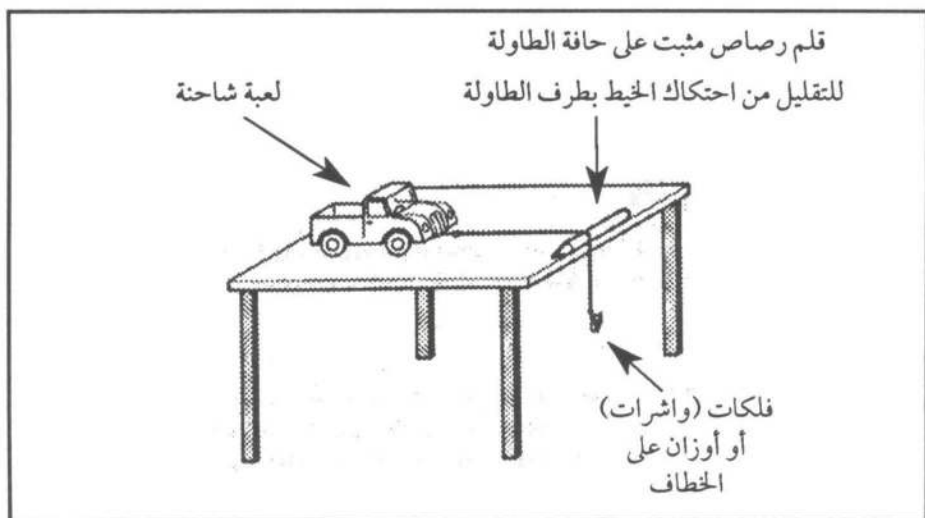


شكل (٣-٤) لعب المحركات النفثة

لعب تسحبها الجاذبية الأرضية

إن العديد من الأطفال الذين يشاهدون التلفاز معتادون على مصطلح «الجاذبية»، ويعرفون أن الأشياء تسقط للأسفل بفعل الجاذبية الأرضية، هذه القوة يمكن استخدامها في تحريك الأشياء، ويمكن للأطفال استكشاف ذلك بتفصيل أكبر بأعداد أدوات كما هو في شكل (٤-٤)، ويمكن الطلب إلى

الأطفال إيجاد عدد الفلكات التي يحتاجونها لتحريك الشاحنة عندما تكون فارغة، وكذلك عندما تكون مَحْمَلة، وإذا أضيف عدد من الفلكات للشاحنة، هل سيحتاجون لتعليق العدد نفسه بالحبل؟.

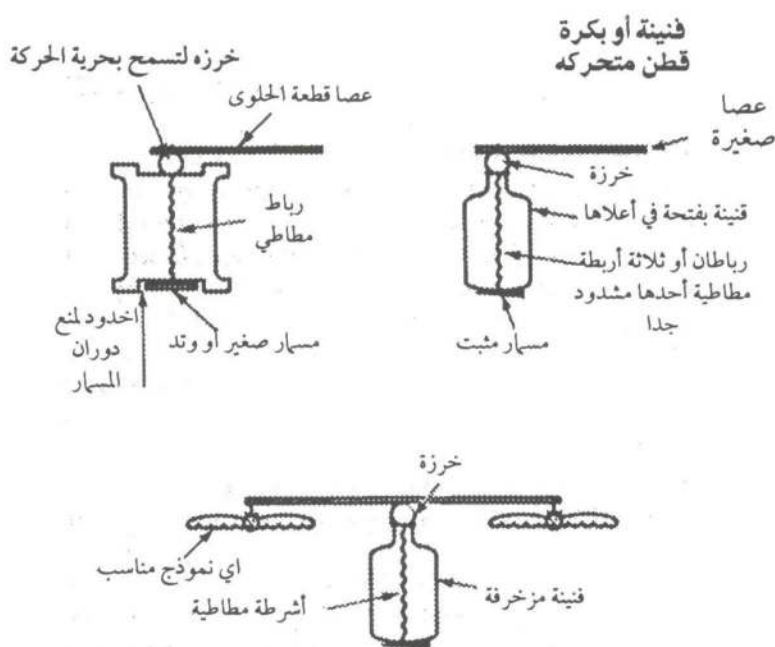


شكل (٤-٤) لعب تسحبها الجاذبية الأرضية

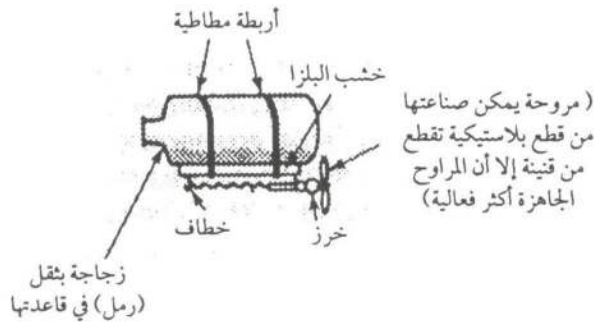
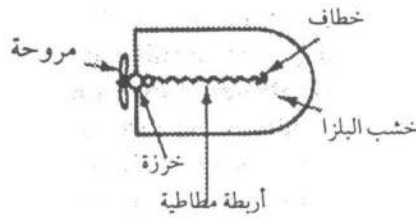
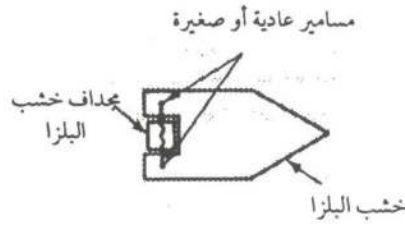
لعب تستخدم طاقة المرونة

هناك عدة أنواع من اللعب التي تعمل باستخدام الأربطة المطاطية شكل (٤-٥)، حيث إنها تمكن من تخزين الطاقة إلى حين إطلاقها، وقد يكتشف الأطفال أيضا أنه كلما زادت عدد لفات الأربطة تزداد فترة حركة الألعاب، ما لم يتم إيقاف الجهاز بالمسك، أو يتم إعاقته بجزء آخر من اللعبة. وفي بعض الحالات نحتاج لزيادة هذه الإعاقة أو الاحتكاك، وفي بعضها الآخر نحتاج للنقصان. وخلال قيام الأطفال بصنع الجسم يجب عليهم التغلب على المشاكل والمصاعب التي تواجههم، وعلى سبيل المثال: تحريك البكرة القطنية قد لا يكون نافعا لأنه ينزلق على سطح الأرض، وسيحتاج الأطفال إلى لصق مادة خشنة

على البكرة القطنية لمنع ذلك، وسيتعلمون لاحقا بأن المواد الخشنة تزيد من احتكاك العجلة، وبالتالي ثبات الأجسام عليها. واختبار المعلم للنماذج مسبقا - وقبل عرضها على الأطفال - سيساعده على توقع مكان حدوث المشاكل، وبالتالي توفير جميع المواد التي يحتاجها الطلبة لتلك النماذج. إن المجسمات الحقيقية معقدة جدا، ولذلك فإن الأطفال الصغار يحتاجون لعرض نموذج عنها قبل محاولتهم صنع هذا المجسم، أما الأطفال الأكبر سنا والذين هم في السنوات المتقدمة من المرحلة الابتدائية، فيمكن الطلب إليهم صنع جهاز يعمل باستخدام طاقة المرونة، أو يعرض عليهم رسوم تخطيطية أو بيانية، يجب عليهم ترجمتها



لعبة دوارة الخيل في ملاهي الأطفال



شكل (٤-٥) ألعاب ذات قوة مرونية

استكشاف لحديقة عامة

إن رحلة لحديقة عامة قريبة تتيح فرصة عظيمة لدراسة القوى، ومعظم الحقائق تحتوي على لعبة دوامة الخيل والأرجوحات والزحلوقة والنواصة^(١).

الزحلوقة: (Slide)

ما أن ينتهي الأطفال من اللعب على الزحلوقة، حتى يستطيع المعلم سؤالهم التفكير في تصميمها؛ مم صنعت الزحلوقة؟ ما الذي يجعلها زلقة؟ ما الذي ينظف ويلمع السطح؟ هل هو المطر أم ملابس الأطفال؟ لماذا تكون في البداية شديدة الانحدار ثم تميل قليلاً؟ لماذا تكون هناك حواف للزحلوقة؟ لماذا تكون السلام خشنة؟ كم يستغرق الطفل الواحد في انزلاقه للأسفل؟ هل يستطيعون الانزلاق بسرعة كبيرة أم بطيئة؟ هل الأطفال الأثقل وزناً أسرع أم الأطفال ذوو الوزن الخفيف؟.

بأسئلة من هذا النوع يمكن تشجيع الأطفال على عرض أسئلتهم الخاصة، والتوصل إلى صياغة قاعدة عامة بسيطة كالآتي: «تتحرك الأشياء بسرعة كبيرة على المنحدر الناعم الأملس، ولكن ببطء عندما يكون السطح خشناً». هذه الملاحظات الأولية يمكن توسيعها بالتجارب البسيطة في الفصل.

وأحد الأنشطة هو استخدام الأطفال للمستوى المائل في التصنيف إلى أشياء تنزلق بسهولة، وتلك التي لا تنزلق، ويجب أن يتنبأ الأطفال قبل اختبار

(١) النواصة : لعبة اطفال تسمى في بعض الدول الميزان (المترجمة).

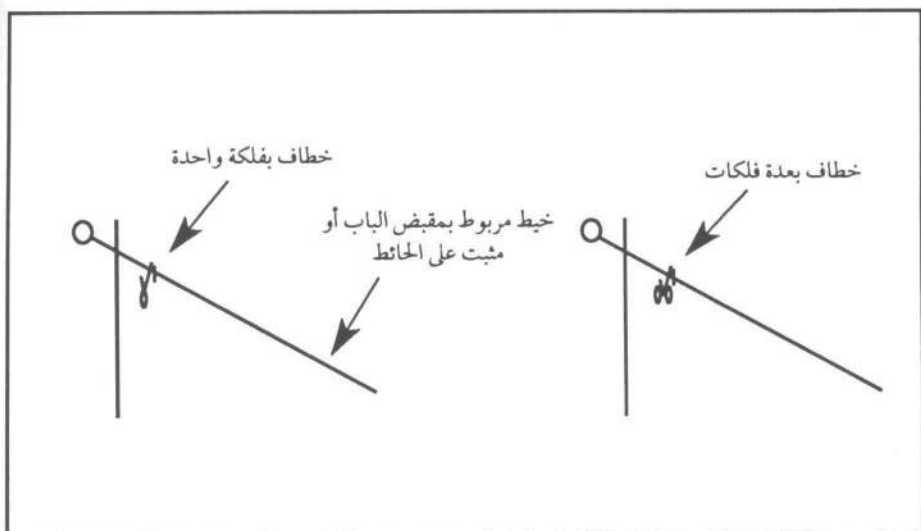
أفكارهم، وإعطاء أسباب لتنبؤهم مبنية على تجاربهم في الحقيقة. ويمكن التوسع في هذا النشاط بسؤال الأطفال تصنيف المواد إلى أشياء تتدحرج، تنزلق، وأشياء تنزلق وتتدحرج، وأشياء لا تتحرك بسهولة. وإذا زود الأطفال بتشكيلة متنوعة من المواد مثل علب القصدير، وعلب وصناديق من مواد مختلفة، وأثقال، وكرات، وبلي، ولعب ذات عجلات وبدونها، وقطع إسفنجية، وأقلام رصاص، ومساحات، وصخور وحصى، فإنه يمكنهم استخدام هذه المواد لتقرير الخواص التي تشكل البكرات والمنزلاقات الجيدة. ويستطيع الأطفال بعد ذلك محاولة استخدام قطع جديدة لاختبار أفكارهم.

وخلال انحدار الأجسام إلى أسفل المستوى المائل يجب أن يحاول الأطفال ملاحظة ما يحدث في نهاية هذا المستوى، إذا كان الجسم يتحرك بنفس السرعة طوال طريقه للأسفل، وإذا كان حجم أو شكل أو وزن الجسم يؤثر على مدى سهولة ابتداء حركته أو سرعته إلى أسفل المستوى. ويمكن اقتراح فرضيات مبنية على هذه الملاحظات، ومن ثم اختبارها. ويحتاج الأطفال لمساعدتهم في إعداد وتنفيذ تجربة مضبوطة، بحيث يغيرون عاملاً واحداً فقط في كل مرة. فإذا صرّحوا بأن الأشياء الثقيلة تنزلق أسرع من الأشياء الخفيفة، فيمكنهم صنع كرات من الصلصال والورق التي لها الحجم والشكل ذاته واختبارها. وهناك طريقة أخرى لاختبار هذه الفكرة وذلك باستخدام حبلين مربوطين، بحيث تكون زاوية المستوى المائل نفسها كما هو موضح في شكل (٦-٤).

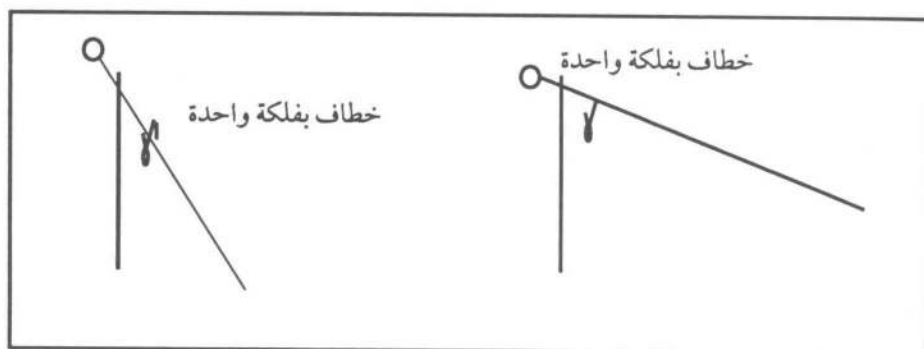
يتم تعليق أوزان مختلفة على الخطافات، فإذا انطلقت هذه الأوزان في نفس الوقت، يمكن للأطفال مقارنة معدل انحدارهما معا في آن واحد. (شكل

٦٤ أ). وباستعدادات مشابهة يتمكن الأطفال من ملاحظة إن كانت الأوزان المتشابهة تنزلق على مستوى شديد الانحدار بسرعة أكبر أو أقل من المستوى قليل الانحدار (شكل ٦٤ ب).

وقد يقترح الأطفال أن بعض المواد تنزلق بطريقة أفضل من الأخرى، وذلك من خلال لعبهم على الزحلوقة، وقد يحاولون الزحلوقة على مواد مختلفة مثل السجاد والبلاستيك والمطاط، وفي الفصل يمكنهم محاولة وضع مواد مختلفة مثل قطعة خشب، ومطاط، ومكعب ثلج وطابوقة بناء، جميعاً على مستوى مائل، وبزيادة الانحدار قليلاً يمكن للأطفال ملاحظة أن بعض الأجسام تتحرك قبل غيرها، وبعد تقرير الخواص التي تجعل بعض الأشياء تتحرك بسهولة، يمكنهم التنبؤ بما سوف يحدث لبعض القطع الجديدة، واختبارها ليتأكدوا من صحة أفكارهم.



شكل (٦٤ أ) أوزان مختلفة تنحدر أسفل المستوى المائل بزاوية واحدة



شكل (٦٤) الثقل نفسه ينحدر أسفل المستوى المائل بزوايا مختلفة
شكل (٦٤) بحث سرعة الاجسام عند انحدارها على المستوى المائل

أرجوحة التوازن (See-Saw)^(١)

عندما يفحص الأطفال أرجوحة التوازن في الحديقة، فقد يلاحظوا بأنها تتحرك حول محور أو نقطة مركزية، ويمكن لمجموعات الأطفال المختلفة الإعداد لمشكلات متنوعة. مثلاً، أي الأطفال يستطيعون المحافظة دائماً على جعل نهاية أرجوحة التوازن في الأسفل؟ ولماذا؟ أي طفلين يستطيعان جعل أرجوحة التوازن تبقى على مستوى أفقي واحد؟ هل يمكنهم اكتشاف طريقة تمكن طفلاً خفيفاً جداً من رفع طفل ثقيل؟ وعلى سبيل المثال: يجلس الطفل الثقيل قريباً من المحور. ويمكن للأطفال إيجاد أشياء أخرى في المدرسة تعمل بالطريقة ذاتها، مثل الموازين؛ وسيتعلم الأطفال لاحقاً في حياتهم المدرسية دروساً عن (الروافع) بتفصيل أكثر، وخبرة عملية مبكرة من هذا النوع ستمدهم بأساس مفيد لذلك.

(١) جاء في معجم الكافي للاستاذ محمد الباشا ان معنى الارجوحة هو:

أ: الارجوحة خشبة تعلق بطرفي حبل من مكان مرتفع، ويقعد عليها الصبيان فتجيء وتذهب معلقة في الهواء.

ب- الارجوحة: خشبة يوضع وسطها على ركيزة، ويجلس على كل طرف من طرفيها غلام وتميز للعبتين، فقد اضيفت كلمة ارجوحة التوازن على اللعبة (See - Saw) «الترجمة».

الأرجوحة: (Swing)

إن اللعب على الأرجوحة يمكن الأطفال من ملاحظة كيف تبدأ هذه الأرجوحة في الحركة، وأي حركات الجسم تجعلها تتحرك بسرعة أكبر؟ وما الذي يحدث عند توقف زميل الطفل عن الدفع، كما يمكنهم فحص شكل الأرجوحة والمواد التي تتكون منها، وإذا حاولوا صنع أرجوحة لاحقا سيكتشفوا بأنهم يحتاجون للحصول على قاعدة عريضة لاستقرارها، وأن الأشكال المثلثة تزيد من متانة وقوة الهيكل.

دوارة الخيل: (Round about)

إن اللعب بدوارة الخيل يمكن الأطفال مرة أخرى من التفكير بالفرق بين الجهد المطلوب لابتداء الحركة ومقارنته بما هو مطلوب لاستمرار هذه الحركة، وقد يلاحظ الأطفال أيضا أن دوارة الخيل تتوقف بسحبها في اتجاه مضاد لاتجاه الدوران، وأنهم يحتاجون لاستخدام أحذيتهم كنوع من الكابح (الفرملة)، وسيجد الأطفال ذوو الأحذية ذات النعل الأملس صعوبة أكبر في إحكام سيطرتهم على الأرض ضد دوران دوارة الخيل. ولاحقا عندما يتعلم الأطفال عن الاحتكاك والقصور الذاتي، ستكون عندهم الخبرة والملاحظات الكافية التي يرجعون إليها. إنهم لا يحتاجون لمعرفة هذه المصطلحات في المرحلة الحالية، ولكن من الضروري استشارة فضولهم وملاحظاتهم عن الآلات المتحركة، ومن المرجو أيضا أنهم سيبدأون باقتراح واختبار التفسيرات البسيطة أو النظريات المبنية على ملاحظاتهم، مثل: «الأسطح الخشنة تبطئ الحركة».

ويمكن إكمال الأبحاث المبنية على العمل في الحديقة العامة بالطلب إلى

فريقين من الأطفال تصميم وبناء مجسمات عاملة لدمية معينة، والتي تكون آمنة بما فيه الكفاية لهذه الدمية، ويمكن وزن الدمية لإثارة الطفل. مثل هذه الأنشطة ستسمح للأطفال بتلخيص العديد من الأفكار التي تم تغطيتها وتنفيذها في مشروع تطبيقي.

الفصل الخامس

اللون والضوء

اللون والضوء

الحلقة الأولى في المرحلة الابتدائية

إن منهج الدراسة القومي (في إنجلترا) يقترح أن يتعرف الأطفال في بداية الحلقة الأولى على مصادر الضوء المختلفة، ويستكشفوا المواد المعتمدة والشفافة، ويجروا التجارب على الظلال والانعكاس. وبالرغم من وجوب إدراك الأطفال لمغزى بعض الألوان في البيئة المحيطة، إلا أن فهم خواص الضوء والألوان يعتبر مناسبا أكثر لبداية الحلقة الثانية.

السنوات المبكرة

في الفصول الدراسية التمهيدية يحسن دمج هذه المفاهيم ضمن الأنشطة التي تجري في الفصل، وهذا أفضل من إعطائها في شكل معالجة خاصة، ويجب أن يكون المعلمون يقظين للفرص التي تشجع الأطفال على ملاحظة الأنواع المختلفة من الضوء، والألوان ودرجاتها، والظلال، وذلك من خلال أنشطة اللعب المختلفة، أو بطريقة غير مباشرة خلال الحصص الدراسية، وعلى سبيل المثال، خلال ممارسة ألعاب التربية البدنية في الخارج في يوم مشمس، قد يطلب من الأطفال تنظيم أنفسهم بحيث لا تتلامس ظلالهم.

وكلما كبر الأطفال سيحتاج المعلم لإمدادهم بأنشطة أكثر تحديدا، مصممة لتوسيع دائرة فهمهم في ذلك الموضوع.

اللون

يحتاج الأطفال في البداية للتعرف على الألوان المختلفة، وتسميتها. والعديد من المعلمين الآن يدمجون المهام المناسبة من خلال أنشطة التربية الفنية والرياضيات، ويحتاج فهم مغزى وأهمية بعض هذه الألوان إلى تطوير خلال سنوات الطفولة المبكرة. يستطيع الأطفال جمع أجسام ومواد «لجداول الألوان»، حيث يمدهم ذلك ببعض الأفكار عن الدرجات المختلفة التي يمكن أن يوجد عليها اللون الواحد. ويمكن للمعلم أن يطلب من الأطفال ترتيب الأشياء طبقاً لدرجات اللون الأغمق إلى الأفتح، وذلك ليلفت انتباههم للتنوع الكبير في اللون الواحد من حيث درجاته.

إن سلسلة من «يوم لكل لون» ستثير انتباه الأطفال؛ فعلى سبيل المثال، يحاول المعلمون وجميع الأطفال في أحد الأيام الحضور إلى المدرسة مرتدين لباساً أخضر، وفي ذلك اليوم يمكن لمجموعات الأطفال المختلفة صنع كعك يغطي بطبقة خضراء، وحلوى الجيلي الخضراء، وسلطة من خضروات خضراء، مثل الخس والخيار والفلفل والتفاح الأخضر والعنب الأخضر، كما يمكن ابتداء صور ومناظر عن الريف، وما تحت البحار، وصور أخرى خضراء.

والأطفال الأكثر قدرة حسابياً يمكنهم عد وتسجيل الألوان التي يرتديها الناس في أحد الأيام، وربما مقارنة الألوان التي ترتدى في كل من الأيام الممطرة وأيام الصحو. ويمكن للأطفال دراسة جسم ما، وملاحظة عدد الألوان المختلفة الموجودة فيه، مثل حجر مغطى بالطحالب، بلور صخري أو قطعة قماش. ويمكن للأطفال البحث والتعرف على الألوان في كل من البيئة الخارجية والداخلية للمدرسة.

اللون في البيئة

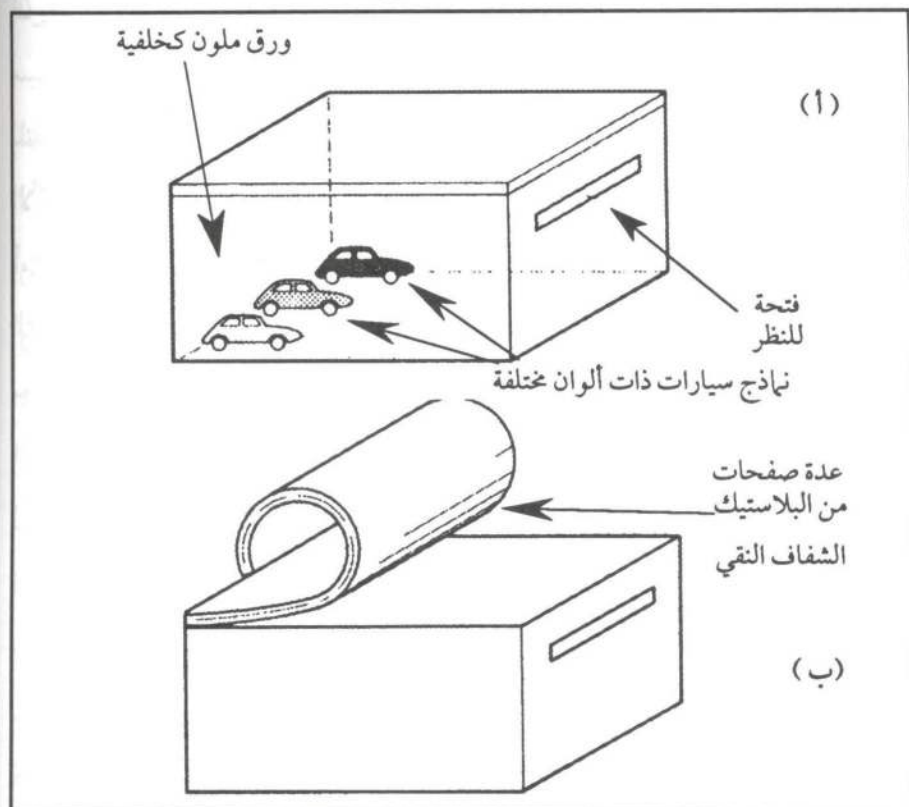
يمكن أن يكون اللون في البيئة جزءا من عدة مواضيع، وعلى سبيل المثال، في الحيوانات والنباتات أو المواد، أو يمكن دراسته كموضوع منفصل بحد ذاته، والموضوع العلمي المنفصل عن اللون في البيئة سيتيح العديد من الفرص للأطفال لدمج العمل الفني والتقني معا في آن واحد.

الألوان في الشارع

يمكن الطلب إلى الأطفال تخيل أنهم أصحاب مصانع سيارات، وأنهم يجب أن يقرروا الألوان لطراز جديد من السيارات، وهنا يمكن صناعة نماذج سيارات مختلفة وصباغتها كجزء من المشروع. ويحتاج الأطفال في البداية للتفكير في أي العوامل التي يجب أخذها في الاعتبار، وعلى سبيل المثال: أي الألوان أكثر شيوعا؟ إذا كانت بعضها أكثر وضوحا في الرؤية؛ وبالتالي أكثر أمانا على الطرقات، أي الألوان متوفرة؟ وما هي تكاليفها؟ وبعد التنبؤ بالألوان التي يمكن أن تكون أكثر شيوعا، يمكنهم تأكيد تنبؤاتهم هذه بأن يقوموا بعمل جداول عديدة عن السيارات التي يرونها في الشارع، عن طريق سؤال الأطفال الآخرين والأشخاص البالغين في المدرسة، أو حتى زيارة معرض السيارات للاستفسار هناك. وكلما أمكن فانه يجب إشراك الأطفال في ترتيب كل من الإستهاءات وطرق تسجيل البيانات، هذا إلى جانب تقويم عملهم، فيجب عليهم اتخاذ القرار بالنسبة لحجم العينة، وقد يناقش الأطفال إن كانت عشرة سيارات ستمثل عينة كافية، أو أنهم سيحتاجون لخمسين أو مئة سيارة لذلك؟ هل سيحتاجون لآلات حاسبة للتعامل مع الأرقام الكبيرة؟ إن من غير المرجح أن تكون العينة الصغيرة نموذجا ممثلا مناسباً. فقد يحدث أن تتم رؤية العديد

من السيارات الحمراء أولاً ثم تتوقف بعد ذلك لبعض الوقت، فالعينة الكبيرة ستعطي دائماً نتائج أكثر دقة؛ إن حجم العينة سيتحدد عموماً بالوقت وبالقدرة الحاسوبية للأطفال.

ويمكن ان يتبع ذلك اختبار لاكتشاف إن كانت بعض الألوان أكثر أماناً للسيارات من الأخرى (شكل ٥ - ١ أ) حيث يمكن وضع أوراق ملونة مختلفة خلف تشكيلة متنوعة من السيارات الملونة لرؤية أيها يبرز أكثر، أي السيارات ستبرز مقابل الأشجار والحواجز الشجرية (تمثلها الورقة الخضراء)؟ أيها ستبرز في الجليد (الورقة البيضاء)؟ أيها تبرز في شوارع المدينة (الورقة الرمادية)؟.



شكل (٥-١) اختبارات لاكتشاف أي الألوان أكثر أماناً للسيارات

كما يمكن للأطفال دراسة إن كانت بعض الألوان لا يمكن رؤيتها جيدا في العتمة أو الظلام الداكن. إحدى طرق الاجابة عن هذا التساؤل هي باستبدال غطاء صندوق بعدة صفحات من البلاستيك الشفاف النقي (شكل ٥- ١ ب) وعندما يرفع الأطفال صفحة تلو الأخرى يمكنهم تسجيل ملاحظاتهم عن أي سيارة يمكنهم رؤيتها أولا ، ثانيا.. الخ إن الأطفال يحاولون التعرف بذلك على اللون الذي يمكن رؤيته جيدا في جميع هذه الأماكن، إلا أنه إذا لم يكن هذا اللون هو الأكثر شيوعا، فيجب أن يقرروا إن كانوا سيصنعون سياراتهم بناء على الاختيار الشائع أم أن يكون القرار على أساس اللون الأكثر أمانا! كما يمكنهم التحضير أيضا لإعلانات عن سياراتهم منوهين فيها عن أبحاثهم واختباراتهم العلمية ومقارنتها بالإعلانات الحقيقية.

أما العلامات المرورية فلها عدة ألوان مختلفة، وبالتنزه مع الأطفال في جوار المدرسة يمكن تشجيع الأطفال على التفكير في استخدام هذه الألوان. ما معنى هذه الإرشادات؟ هل يستخدمون الكلمات أو الرموز، أو أشكال معينة؟ ما هي الأكثر شيوعا؟ ما الذي يجعل الإشارة جيدة؟ ويمكن في هذا السياق دراسة نظام إشارات الطرق السريعة، ويمكن للأطفال تصميم إشارة، قد تكون عن وضع الفضلات في سلة المهملات، أو إشارة «انتبه من كلب الحراسة» وهنا يجب أن يهدفوا إلى توصيل المعلومة بوضوح، والتفكير في الألوان بدقة. إنهم يحتاجون للأخذ بعين الاعتبار كلاً من وضوح الإشارة والأعراف التقليدية، مثل أن اللون الأحمر يرمز عادة إلى الخطر، ويمكن للأطفال تصميم تجارب لتحديد أي الألوان أكثر وضوحا لإشارات الطرق، ويتضمن ذلك تأثير وضع لونين إلى جانب بعضهما بعضا، هل تظهر مجموعة الألوان بطريقة أفضل أم لا؟

وإحدى طرق اختبار وضوح رؤية مجموعة الألوان هي عن طريق لصق نفس المجموعة من الأشكال الملونة على خلفيات مختلفة، ثم وضعها على المسافة نفسها وفحص أي المجموعات تبرز أكثر.

بعض الأشياء واللوحات في الشارع (إشارات المرور، وصناديق البريد، وسلال المهملات ومواقع صنادير المياه) عادة ما تلون بطريقة مثيرة للانتباه، فبعض الألوان تصمم بحيث تكون ملفتة للنظر، فيسهل التعرفها في حين أن الأخرى تمتزج ألوانها عن قصد مع الخلفية المحيطة بها. ويمكن للأطفال تحديد موقع سلة مهملات وتصميمها كمشروع تقني، ودراسة إذا كانت الألوان يجب أن تكون براقية وجذابة لتعلن عن موقعها، وتشجيع الناس على استخدامها، أو تكون باهتة، فلا تكون قذى للعين في محيط جذاب.

الألوان في المدرسة أو المنزل

إن مجموعة الأشياء المستخدمة في التلوين في المدرسة ستساعد على تنمية وعي الأطفال للتشكيلة المتنوعة المتاحة، وهذه قد تتضمن الطباشير، والطلاء وألوان الباستيل، والخبر والألوان الشمعية والأصباغ... الخ. مثل هذه المجموعة ستجعل الأطفال أكثر قابلية لفهم طرق استخدامها في كل من الفن والعلوم التقنية، هذا إلى جانب استخدامها في الأنشطة التصنيفية، فقد يصنفوها إلى ألوان مختلفة، منها التي يجب مزجها قبل الاستعمال، وتلك التي يمكن مزجها للحصول على ألوان جديدة، أو تلك التي لا يمكن مزجها على الإطلاق.

ويمكن استخدام مجموعة من ورق الجدران لتصنيف المعلومات وجمعها وتحليلها وتسجيلها، حيث يختار كل طفل قطعة ويفسر سبب إعجابه بها، من

حيث الرسم وبنية التركيب واللون، كما ويمكنهم تصنيف أوراق الجدران المختلفة ثم بعد ذلك عمل مسح لإيجاد أكثرها شيوعاً، مع فكرة استخدامها لتغليف كتبهم الخاصة أو لديكور مكان يصلح «لدور مسرحي» ويقررون كيفية قياس وقطع وتركيب الورق بطريقة مناسبة، كما يمكنهم أيضاً طبع ورق جدرانهم الخاص، مستخدمين مجموعة كبيرة من مواد الخردة والبكرات والبوليسترين للطبع.

وكجزء من العمل على الألوان يجب على الأطفال زخرفة المنزل أو المدرسة، حيث يبحثون في اللون والحالة النفسية، هل الألوان المختلفة تجعل الناس يختلفون في مشاعرهم؟ .

ويمكن الطلب من مجموعات الأطفال المختلفة رسم صور سعيدة أو حزينة، مستخدمين في ذلك الألوان أو الشكل أو النقوش فقط، بدلاً من الفعاليات والأنشطة المختلفة، وهذه المهمة يمكنها أن تتضمن عمل دراسة لإيجاد أي الألوان تجعل الناس يشعرون بالحزن أو السعادة، ومثل هذا العمل يقود إلى تقويم مشاريع الألوان التي استخدمت في كل من المدرسة أو المنزل.

وعادة ما تستخدم الألوان في المساعدة على الفرز والتصنيف، فبعض المدارس على سبيل المثال، تنظم كتبها حسب شفرة أو رمز لوني، ويمكن للأطفال البحث إن كان ترميز الكتب يجب أن يختلف في اللون أو الشكل أو الحجم. ويمكنهم اختبار ذلك باستخدام مجموعة من (Logi blocks) ثم التوقيت لزميل لهم يقوم بفرزها حسب الصفات الثلاثة المختلفة، أيها تفرز أسرع؟ الألوان، أم الأشكال، أم الأحجام؟ .

إن الناس جزء من البيئة ، ويمكن عمل رسومات بيانية أو جداول عن لون الشعر أو العينين، كما يمكن للفصل دراسة الاختلاف في لون الجلد، ومن الممكن استخدام هذا العمل لمناقشة الأنماط الثابتة والمتغيرة خلال وبين الجماعات الثقافية المختلفة . ولحث الأطفال على طرح التعاريف البسيطة للون الجلد، يمكنهم تلوين صورة شخصية لهم، ومحاولة مزج الألوان لتكون أقرب ما يمكن لمثالة للون جلدهم، وهنا سيكتشفون أن لون الجلد ليس ورديا أو أبيض أو أسود . وبعد مناقشة ما يحدث للون بعض الناس بعد تعرضهم للشمس لفترة معينة يمكن للمعلم أن يلفت انتباههم إلى أن لون الجلد سطحي الدلالة يرتبط بالحاجة في المناخات المختلفة، سواء لحماية الجسم من الأشعة فوق البنفسجية أو لزيادة امتصاص الفيتامينات في ضوء الشمس .

إن الغذاء موضوع قريب من قلب الطفل ومعدته، ويمكن للطفل البحث فيما إن كان اللون يؤثر على حب الناس للطعام أو عدم حبهم له، وبعد تسجيل لونهم المفضل لعبة الحلوى، يمكن الطلب من الأطفال إيجاد إن كانوا يستطيعون التعرف بدقة على اللون وهم معصوبي العينين، وما أن يتم جمع النتائج فسيصبح من الممكن ملاحظة إن كان اختيارهم يرجع حقيقة للون أو الطعم، كما يمكنهم الكتابة لصاحب مصنع حلوى والسؤال عن كيفية اختيار اللون.. وبطريقة مماثلة يستطيع الأطفال صنع هريسة البطاطس وتلوينها بأصباغ الطعام المختلفة، ثم الطلب من الآخرين تذوقها وهم يرونها أولا، ثم وهم لا يرونها، وإبداء تعليقاتهم حول ذلك، هل بعض الألوان أقل تفضيلا حتى وإن كان الطعم ذاته؟! .

الحيوانات والنباتات

تعرض الطيور تشكيلة واسعة من الألوان التي يستطيع الأطفال بحثها، ويمكن إعداد «لوحة طيور» لتمكنهم من ملاحظتها، وسيكتشف الأطفال بأن اللون عامل مهم في تعرفهم الطيور، وإذا لاحظوا بدقة فإنه حتى أبسط الطيور عادة ما تملك عدة ألوان، فالعصفور على سبيل المثال؛ له ريش أسود، وأبيض ورمادي، وبني وكستنائي.. ويمكن لبحث عن أكثر الألوان شيوعاً أن يتسع بتشجيع الأطفال على التساؤل لماذا تكون بعض الطيور ذات ألوان زاهية، في حين أن معظمها باهتة الألوان؟ إن بعضها ملون للتمويه، في حين أن الأخرى تلون لتحذير الآخرين من منطقتهم، أو لجذب الإناث، وهنا يمكن للأطفال أن يقترحوا مرة أخرى لماذا تكون الإناث عادة مموهة في حين أن الذكور ذات ألوان زاهية؟.

ويمكن للأطفال البحث فيما لو يستطيع الطيور رؤية الألوان، ويمكن مساعدتهم في الابتكار والتخطيط وتنفيذ تجربتهم ثم تقويمها بأنفسهم، وإحدى الطرق هي بتلوين قطع مربعة من الحجم نفسه، ثم وضع نفس النوعية والكمية من الطعام على كل مربع، وتسجيل أي طعام يتم أخذه.. بعض الألوان تنذر بالخطر، كالأحمر مثلاً، والطيور قد تكون مستعدة للأكل من هذه الألوان، وما أن يشار اهتمام الأطفال بالملاحظة والبحث، فإن بإمكانهم استخدام المصادر الثانوية لزيادة معرفتهم وإشباع فضولهم.

إن تمويه الطيور والحيوانات الأخرى يعتمد على اللون، ويمكن إثارة اهتمام الأطفال عن طريق ملاحظة الطيور حول المدرسة، أو من خلال القصص

الخيالية عن التمويه. بعض الحيوانات ذات ألوان دائمة لتلائم بيئتها، فخطوط النمر تنسجم مع الضوء والظلال في الأراضي العشبية الاستوائية، وحشرة البشارة (البوشيرة) الحادة البصر تبدو كورقة نبات ميتة عندما تطوي أجنحتها، أما البعض الآخر من الحيوانات فيتغير ليتلاءم مع محيطه، فالحرباء تستطيع التغير بسرعة كبيرة نوعا ما، في حين أن الثعلب القطبي يتغير فصليا من اللون البني إلى الأبيض ليمثل الجليد في الشتاء. ويستطيع الأطفال استخدام الكتب كمراجع لصنع وتلوين عصا بسيطة ودمى كرتونية للحيوانات التي تستطيع عادة التمويه والاختفاء، وذلك مثل الدب القطبي، ودودة القز والزرافة، وإذا رسم الأطفال بعد ذلك خلفيات (back ground) منفصلة، فيمكنهم تحريك حيواناتهم من خلفية لأخرى، لملاحظة أن الحيوان يتم تمويهه في محيط معين، في حين يبرز في محيط آخر.

وقد يخترع الأطفال حيواناتهم الخاصة بهم، ويمكنهم اختيار مكان في المدرسة أو الأراضي المختلفة لحيواناتهم للعيش فيه، ثم رسم وتلوين وقطع هذا الحيوان الذي سيكون مموها في ذلك الموقع، ويجب أن يأخذوا بعين الاعتبار كلاً من حجم وشكل حيواناتهم إلى جانب لونه.

وبعد الانتهاء يمكن إخفاء الحيوان في موطنه، ودعوة فصل أو مجموعة أخرى من الأطفال لرحلة قنص (سفاري) ويجب ابلاغ الأطفال بأنه يجب عدم قتل الحيوانات، ولكن تصويرها وملاحظتها في موطنها الطبيعي، وبالطبع فإن الحيوانات التي يتم اكتشافها أخيراً ربما هي أكثر الحيوانات نجاحاً في التمويه.. هذا النوع من النشاط يمكن المعلم من المناقشة مع الأطفال، متى يصبح من المقبول أخذ حيوانات من البرية وفي أي الظروف

يجب إبقاؤها.

حيوانات أخرى من المتعمد وضوحها وبروزها، وعادة ما تكون ألوانها حمراء، أو سوداء أو صفراء، هذه ألوان التحذير وتنبئ الحيوانات الأخرى بعدم أكلها لأنها سامة، والدعسوقة (الخنفساء المرقطة الجناحين) (Lady bird) والزنبور تمثل هذا النوع من الألوان وهناك حيوانات أخرى تظهر ألوانا من النوع السابق، وتتظاهر بكونها خطيرة، وذلك لتجنب أكلها، فالذباب الرفراف (الذباب المحوّم) مثلا يبدو وكأنه زنبور. إن الأطفال ينبهرون بهذه الحيوانات، والتي يجب دراسة معظمها مستخدمين في ذلك الكتب والمصادر الثانوية الأخرى، ولكن الدعسوقة يمكن صيدها لملاحظتها، ويمكن أن تتضمن سجلات ملاحظات الأطفال مجسمات بالصلصال أو الورق المعجن لذلك. هذا وإنه لمن الضروري أن يرجع الأطفال دائما عينات الحيوانات الحية إلى مكانها الذي وجدت فيه.

إن دراسة الأزهار عادة ما تكون أسهل من دراسة الحيوانات، لأنها لا تهرب! ففي نزهة على الأقدام يمكن للأطفال تدوين الألوان التي شاهدها لملاحظة أكثرها شيوعا، وستصبح هذه الملاحظات أفضل إذا رسم الأطفال الزهور، أو قاموا بصنع صور لها بهدف أن تكون في لونها. وكذلك في شكلها. أقرب ما يمكن للأصل. إن استخدام العدسات اليدوية تمكنهم من رؤية التفاصيل الصغيرة للون أو النمط أو الطابع، كما أن الملاحظة والاستفسار يمكنها زيادة فضول الأطفال؛ هل يستطيع الأطفال اقتراح تفسيرات عن سبب لون الأزهار؟ أي نوع من الحشرات تحط على الأزهار؟ هل تفضل حشرات معينة نفس النوع من الزهور؟ ماذا يحدث للون عندما يموت النبات؟ وإذا

أمكن فإنه يجب على الأطفال اختبار أفكارهم بملاحظات أكثر، إلى جانب إيجاد أكبر كم من المعلومات من الكتب.

الضوء والظلال

إلى جانب تطوير إدراك الأطفال للألوان المختلفة ومغزاها في البيئة، فإنه لمن المهم لفت انتباه الأطفال إلى تنوع مصادر الضوء، وهناك العديد من الفرص لذلك:

* الأناشيد والقصائد المقفاة.

* حساب الوقت.

* مقارنة الليل والنهار.

* المشاركة في الاحتفالات (أعياد الميلاد، الأعياد الدينية، الأعياد الوطنية)،

حيث يكون هناك مغزى لكل من الشموع والألعاب النارية والأضواء الرقيقة الجميلة، والقناديل الزيتية والقمر.

* القصص: ويتضمن ابتداء الأساطير الخرافية للأطفال الأكبر سناً في

المرحلة التمهيديّة.

* الأضواء المستخدمة للأمان: سيارات الإطفاء، سيارات الشرطة،

سيارات الإسعاف، إشارات المرور والتنبيه لأعمال الطرق.

* الأضواء المرشدة: مصابيح الشارع، عيون القطعة، المنارات (لهداية

الملاحين)، أضواء المطار.

* عمل أشكال باستخدام الظلال.

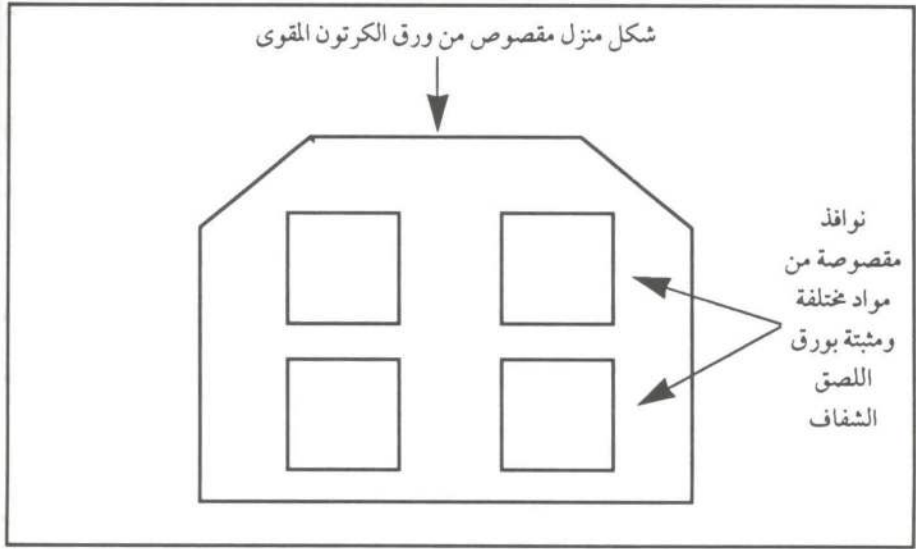
بحث المواد الشفافة وشبه الشفافة والمعتمة

يمكن تصنيف المواد المختلفة إلى أشياء تسمح بمرور الضوء خلالها، وأخرى لا تسمح بذلك، وذلك بتسليط ضوء مصباح يدوي على كل قطعة، وإذا حصل الأطفال على تشكيلة جيدة من المواد مثل الزجاج، الماء النظيف، ورق السيلوفان، البلاستيك الشفاف النقي، المواد التي يصنع منها مظلة المصباح، الزجاج الخشن، الستائر الرقيقة، الورق، مادة سميكة، خشب، حجر.. الخ، فقد يلاحظون ثلاثة أنواع من المواد: الأشياء التي يمكننا الرؤية خلالها بوضوح وهي الأجسام الشفافة، والمواد شبه الشفافة ستسمح بنفاذ الضوء خلالها، ولكنها تستتتها، ولذلك فإنه يمكن الرؤية خلالها ولكن بطريقة غير واضحة، ومثاله الزجاج الخشن، أما تلك التي لا تسمح بنفاذ الضوء خلالها فيقال بأنها معتمة. وما أن يدرك الأطفال الفروق بين هذه الأنواع في أماكنهم استكشاف المدرسة والمناطق المحيطة بها للبحث عن أمثلة على كل نوع.

ولتأكيد هذا المفهوم يمكن الطلب منهم إيجاد أفضل النوافذ لمنزل، وليكن منزل «الديبة الثلاثة» أو «الخنازير الثلاثة الصغيرة»، ويجب أن يناقش الأطفال مسبقا الخواص التي يجب توافرها في النوافذ، وكيف يمكنهم اختبار كل مادة. فقد يقرروا اكتشاف إن كانت المادة مقاومة للجو، وذلك بالنفخ عليها من خلال انبوب مص الشراب، وذلك لإثارة الرياح، واستخدام مرش النباتات المملوء بالماء محاكاة للمطر، ويمكنهم اختبار الشفافية بالنظر من خلال النافذة على كتابة ما، ويجب اختبار جميع النوافذ بالطريقة ذاتها، ويمكن قطع شكل منزل بنوافذ (كالوضح في شكل ٥-٢)، وتثبيت مواد مختلفة عليه مثل ورق القصدير والستارة الشبكية، والبلاستيك النقي، وقطعة قماش قطني في كل

فراغ.

وإذا طلب المعلم من الأطفال إيجاد طريقة لتسجيل أي النوافذ شفافة، وأياها تسمح بدخول مياه الأمطار والرياح، فيمكنهم محاولة تسجيل ملاحظاتهم في جداول وموازناتها مع بعضها بعضا، وتفسيرها لأنفسهم، حيث انها ستوضح لهم أنه يجب أخذ أكثر من خاصية واحدة بعين الاعتبار عند اختيار مادة لمهمة معينة.



شكل (٢٠٥) إيجاد أفضل المواد لنافذة في بيت دمية

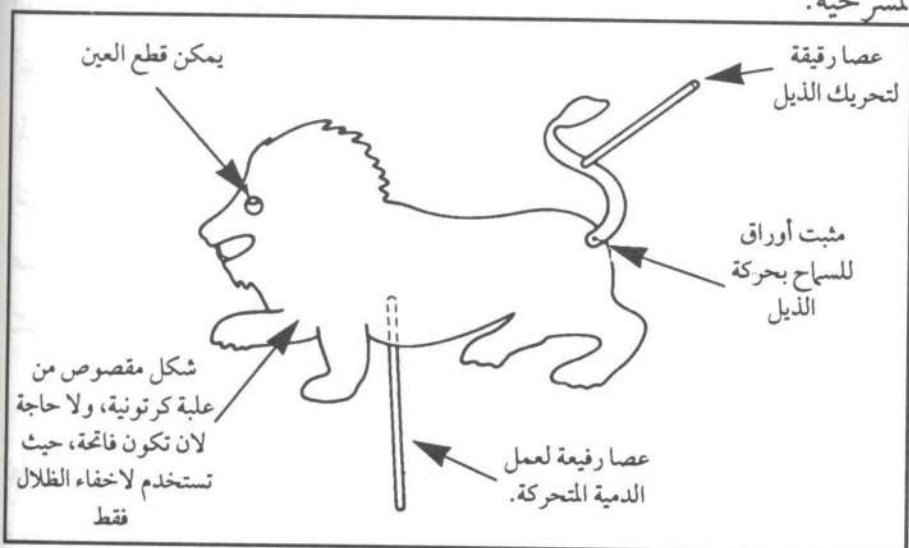
ويمكن استخدام مجموعة الأشياء المعتمدة لتوضيح أن هذه الأجسام تكون ظلالا عند تسليط الضوء عليها، وعند تسليط ضوء مصباح يد على الحائط مع وضع أحد الأجسام في منطقة الشعاع المضيء، فإن الظلال توضح المكان الذي لا يستطيع الضوء النفاذ فيه من خلال الجسم، والشمس تعمل بالطريقة ذاتها لعمل الظلال.

يمكن عمل رسومات الظلال عن طريق حمل الأجسام في الضوء، ثم الرسم حول حواف الظلال، كذلك يمكن صنع الظلال الغريبة غير المعتادة بحمل الجسم بزوايا مختلفة، في حين يحاول الأطفال الآخرون مطابقة الرسومات مع هذه الأجسام، وهنا يكون مصباح اليد أو جهاز العرض العلوي من المصادر المفيدة للضوء.

ونشاط آخر مشابه هو صنع صور شخصية (بورترية) وذلك بأن يجلس أحد الأطفال من الجانب على كرسي قريب من الحائط، وتثبت قطعة من الورق على الحائط خلفه بشريط لاصق، ثم تسليط ضوء جهاز العرض العلوي على الطفل الجالس، بحيث يتحدد ظلال الصورة الجانبية على الورق، ويقوم طفل آخر سريعا بالرسم حول هذه الحدود ثم قطعها، وقد يحتاج الأطفال هنا لبعض المساعدة، حيث إنهم يميلون للحرص الشديد في العمل؛ فعندما يحين وقت انتهائهم من التحديد يكون الطفل الجالس قد تحرك من مكانه عدة مرات، صانعا بذلك صورا جانبية (بروفایل) غريبة جدا، ومما سيثير إعجاب الأطفال بشدة قدرتهم على تعرف معظم الصور الجانبية لزملائهم.

إن دمي الظلال المتحركة (خيال الظل) شائعة جدا، ويمكن أن تؤدي إلى تطوير المهارات الشفوية للأطفال، كما تقوم عادة بتعزيز كتاباتهم وقراءاتهم؛ فبعد الاستماع إلى قصة ما أو قراءتها، يمكن لمجموعات الأطفال تحضير الدمي المتحركة لإعادة رواية القصة، ومع تطور نمو الأطفال يمكن عمل دمي ذات جزء متحرك أو أكثر مستخدمين في ذلك مثبت الأوراق وعدة قطع من العصي (شكل ٣-٥).

إن جهاز العرض العلوي مثالي كمصدر للضوء، حيث يمكن قطع أجزاء من الخلفية (back ground) ووضعها على سطحه، وبمهارة أكثر يمكن للأطفال إضافة قطع من الورق الشفاف الملون فوق الأجزاء المقصودة من الدمية، مما يضيف عليها تأثير إعطاء اللون للدمية واستخدام خاصية الشفافية. وعادة ما يكون الأطفال في البداية مترددين في رواية القصة، لذا يحتاجون للتشجيع من المعلم بأن يقوم بذلك بنفسه، بحيث يشاركونه في اللحظات المناسبة، وكلما أصبحوا أكثر خبرة بالدمى المتحركة، يجب أن يصبحوا كذلك أكثر اعتماداً على أنفسهم في قراءة القصة المعطاة لهم، وتحضير الدمى المتحركة، والعمل كفريق في تقاسم المهام، والتمثيل والانتاج النهائي للتمثيلية أو المسرحية.



شكل (٣-٥) دمية الظلال المتحركة

وعندما تكون الشمس مشرقة، يمكن إخراج الأطفال للخارج للقيام بألعاب الظلال، والتي ستساعدهم في إدراك أن الظلال تتغير، فأحياناً تكون

قصيرة ومتينة، أو طويلة ورفيعة، واضحة أو باهتة، كما أنها تكون في أماكن مختلفة خلال الأوقات المختلفة من اليوم، ويمكن للمعلم أن يضع أمامهم الكثير من التحديات المختلفة، من يستطيع صنع ظلال طويلة؟ ويمكن الطلب من الأطفال المصافحة وملاحظة ظلالهم خلال ذلك، يلي ذلك محاولة جعل ظلالهم تتصافح دون أن تتلامس أيدي الأطفال؛ هل يمكنهم أن يتحركوا دون أن تتحرك ظلالهم؟ هل يمكنهم إخفاء ظلالهم؟ (ربما في ظلال أكبر!!) من خلال مجموعة صغيرة من الأطفال هل يمكنهم صنع ظلال وحش بعدة أرجل أو جسم ضخم؟ ويمكن توسيع دائرة هذا النشاط بإعطاء الأطفال جسما لحمله أو استخدامه، وعلى سبيل المثال حقيبة، كرسي، علبة كبيرة، مظلة، أو كرة كبيرة، وإعادة تنفيذ الأنشطة.

وبعد الانتهاء من أداء الأنشطة يمكن للفصل تلخيص ما لاحظوه أو اكتشفوه، وقد يكون الأطفال قادرين على تفسير سبب اختلاف ظلالهم، ومن غير المهم هنا أن تكون تفسيراتهم خاطئة، فهم يتعلمون صنع التفسيرات البسيطة، أو وضع الفروض التي يمكن اختبارها فيما بعد.

ويمكن تسجيل الظلال بالرسم حولها على الأرض. وإذا رُسم ظلال الطفل عدة مرات خلال اليوم، فإن تغير العلامات ستظهر الحركة الواضحة للشمس في السماء، وإنه لمن الضروري اختيار مكان، بحيث يبعد بمسافة مناسبة عن المباني التي قد تلقي بظلالها فوق منطقة البحث لاحقا خلال اليوم، كما أن موقع قدم الطفل يجب تحديدها بوضوح وإلا فإنها ستميل إلى الدوران مع حركة الظل.

وتكرار التمرين مع طفل آخر في يوم آخر، سيسمح للأطفال بالتنبؤ بما

سوف يحدث، وتحديد مكان تنبؤاتهم على الأرض لرؤية مدى دقتهم، وما أن يدركوا نمط الحركة في أماكنهم عمل مزولة (ساعة شمسية) بسيطة، حيث يمكنهم تحديد ظلال العصا المثبتة على الأرض، أو بين قالين من الطابوق الثقيل كل ساعة زمنية . والأمثل هو أن يرى الأطفال مزولة صناعية جاهزة ومناقشة مزاياها وعيوبها كآلية للوقت.

الانعكاس

يقترح بأن تكون معظم الأعمال التي تستخدم فيها المرايا أكثر مناسبة لبداية الحلقة الثانية، إلا أنه يجب إعطاء مقدمة بسيطة للأطفال الأصغر سنا عن الأشياء التي تعكس الضوء، والعديد من الأطفال يخلطون الظلال بالانعكاس، ولذلك فإنه ليس من الحكمة التعامل مع المفهومين في آن واحد معا، فإذا ضمن المعلم بأن احد المفاهيم قد استوعب بصورة جيدة فسيكون هناك احتمال أقل للتشويش أو خلط المفاهيم.

إذا كان سطح الجسم مصقولاً لامعاً فإنه يتصرف كمرآة ويجب أن يكتشف الأطفال ذلك بجمع الأشياء التي تعطي انعكاسات، مثل .. الملاعق، وعلب القصدير، وأنواع مختلفة من المرايا، والأباريق والقدور، ويمكنهم الذهاب في جولة لدراسة الانعكاسات المختلفة، حيث يلاحظون فيها الحنفيات والبرك الكبيرة والصغيرة، ومرايا السيارات، والنوافذ المعتمة .. الخ، ثم يمكن بعد ذلك مقارنة الأسطح اللامعة المستوية مع الأسطح المنحنية .. وهنا تكون الملاعق بالذات ذات فائدة عظيمة، حيث يمكن للأطفال رؤية كيف يتغير انعكاس وجههم على كل من السطحين، فانعكاس السطح المحدب يعمل

الوجه يبدو سمينا في حين أن انعكاس السطح المقعر يظهر وجهها صغيرا ومقلوبا، وعندما ينهوا دراسة بعض الملاعق، يمكن سؤالهم فيما إن كان ذلك ينطبق على جميع الملاعق، وبطريقة مشابهة، وبعد النظر إلى مجموعة القطع، يمكن التنبؤ فيما سيبدو عليه انعكاسهم في الأجسام الأخرى، وسؤال الطلبة بأن يتنبؤوا بما سيحدث يساعدهم علي التفكير في أسباب ملاحظاتهم.

صور توضح الضوء واللون والظل

عند تسجيل الأطفال لملاحظاتهم عن الألوان والظلال يمكنهم أن يُصمّمونها صورا توضح الضوء والظلال بطرق مختلفة، من تظليل بالرصاص أو الألوان الشمعية، أو بمزج الدرجات المختلفة للألوان.

وإذا اعتاد الأطفال إمدادهم منذ السنوات الأولى باللون الأحمر، والأصفر، والأزرق، والأسود والأبيض فقط، للأنشطة الفنية والتقنية، فسيصبحون أكثر إدراكا لكيفية امتزاج الألوان، ويمكن للأطفال البحث في عدد الدرجات التي يمكنهم الحصول عليها باستخدام لون واحد مع الأسود، أو لون واحد مع الأبيض، كما يمكنهم استكشاف تأثير استخدام الأنواع المختلفة من أقلام الرصاص والفحم، ومحاولة تسجيل بعض صور الظل، مستخدمين التقنيات التي يجدونها مناسبة لذلك.

الحلقة الثانية في المرحلة الابتدائية

خلال بداية المرحلة الثانية يجب ان يستكشف الأطفال بعض خواص الضوء، وكيف يتأثر عند مروره خلال الأجسام الشفافة المختلفة، وعلى سبيل المثال: العدسات ومرشحات اللون، والماء والمناشير (جمع منشور).. كما يجب أن

يستكشف الأطفال بوجه خاص المرايا والظلال.

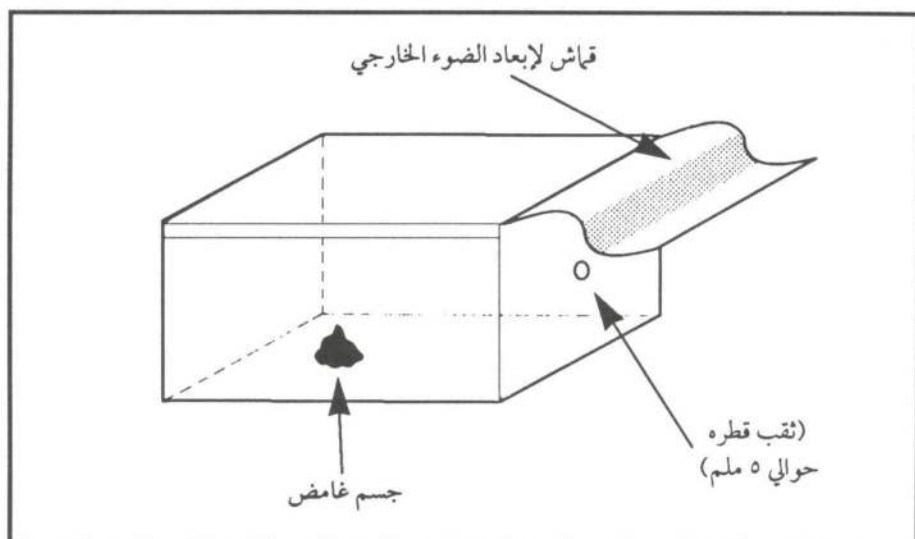
إن مصطلح الضوء شائع الاستعمال، سواء ارتبط ذلك بالمصابيح الضوئية أو باختلافه عن الظل؛ ونتيجة لذلك فإن المعلم قد يجد أن الأطفال لهم تفسير محدود لظاهرة الضوء، فهم لا يفكرون بالضوء عادة كشيء يتحرك؛ وحتى الأطفال الأكبر سنا عندما يتحدثون عن السنوات الضوئية في الفضاء الخارجي، فإنهم قد لا يدركون أن الضوء يتحرك أيضا في بيئتهم المباشرة عبر مسافات أقصر، وأنها تستغرق وقتا لعمل ذلك؛ وحيث أن الأطفال لا يمكنهم رؤية هذه الحركة أو لمس الضوء، فإن ذلك يمثل مفهوما تجريديا بالغ الصعوبة.

إن تأكيد المعلم على أن الضوء يأتي من مصادر متعددة مستخدما كلمات مثل: (ضوء الشمس، وضوء النار) وأن لها حركة، سيساعد الأطفال على اتساع إدراكهم للمفهوم؛ فعلى سبيل المثال، عند التحدث عن الظلال، قد يقول الأطفال بأن الجسم يُخفي الضوء، ويستطيع المعلم إضافة فكرة أن الضوء يتحرك نحو الجسم، ولكنه لا يستطيع النفاذ خلاله.

أهمية الضوء

إن إشعاع الشمس يمد الأرض بالحرارة إلى جانب الضوء، وهو مصدر الطاقة للنباتات، وبطريقة غير مباشرة لنا أيضا، وهناك أنواع أخرى من الضوء إلى جانب ضوء الشمس والضوء الكهربائي، فبعض الأسماك التي تعيش في أعماق كبيرة تصدر ضوءا منيرا، وكذلك بعض الصخور أيضا، وبعض الأنواع من الضوء لا يمكن رؤيتها بعين الإنسان؛ والأشعة السينية أحد الأمثلة على ذلك.

إن الكثير من الضوء الساقط على الأشياء يرتد مرة أخرى، أي ينعكس، فكل جسم يعكس بعض الضوء، ونرى الجسم نتيجة سقوط هذا الضوء المنعكس على أعيننا.. وتوفير علبة حذاء ذات غطاء أو ما يشابهها مفيد لتوضيح أن الضوء ضروري للرؤية (شكل ٥ - ٤).



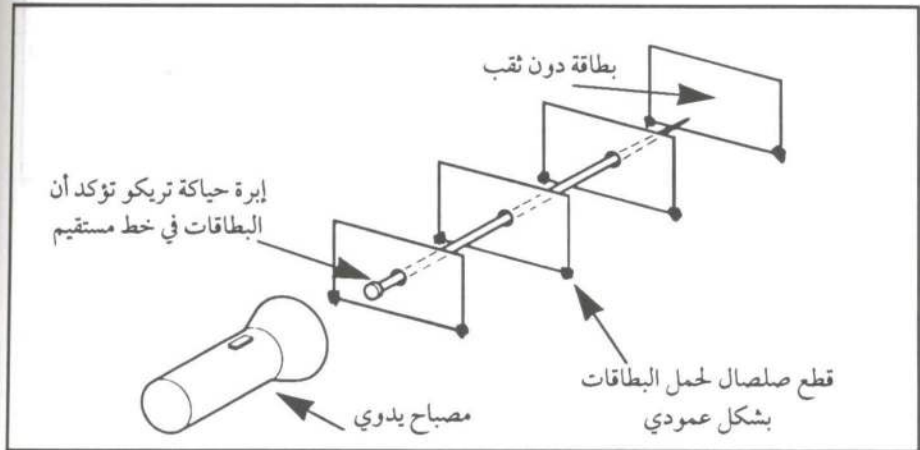
(شكل ٥ - ٤) تجربة توضح أن الضوء ضروري للرؤية.

وإذا نظر طفل خلال الثقب داخل العلبة، مع ضمان عدم دخول أي ضوء للداخل، لن يستطيع رؤية الجسم الغامض، وهنا قد يعرض التلاميذ عدة اقتراحات لما يمكن عمله، فالجسم يمكن رؤيته فقط عندما ينعكس الضوء عنه، ولذلك فإن عمل فتحة صغيرة في جانب العلبة سيمكننا من رؤية الجسم، ولرؤيته بصورة واضحة، فهناك حاجة للمزيد من الضوء، سواء من ثقب واحد كبير، أو من عدة ثقوب صغيرة تمدنا بالضوء من أكثر من جهة واحدة. وبما أن هذا النشاط يرجح أن يكون نشاطا للفصل كله، فإن الأطفال الآخرين يحتاجون للوقت لتجريبه بأنفسهم، أو عمل علبة خاصة بهم.

انتقال الضوء خلال الأوساط المختلفة

كيف يتحرك الضوء خلال الهواء؟

ينتقل الضوء عادة في خط مستقيم خلال الهواء، ولذا فإن من غير الممكن الرؤية من حول الحائط أو الزاوية؛ ويمكن إعداد تجربة بسيطة توضح أن الضوء ينتقل في خط مستقيم، فكل مجموعة تحتاج لأربع بطاقات كرتونية متساوية الحجم، ومصباح يدوي، وإبرة حياكة (إبرة تريكو)، وقطعة صلصال. يتم إيجاد مركز القطع الكرتونية الثلاث بوضع إشارة على المكان الذي تلتقي فيه الأقطار، ثم تثقب، ويجب وضع البطاقات كما هو موضح في شكل (٥ - ٥).

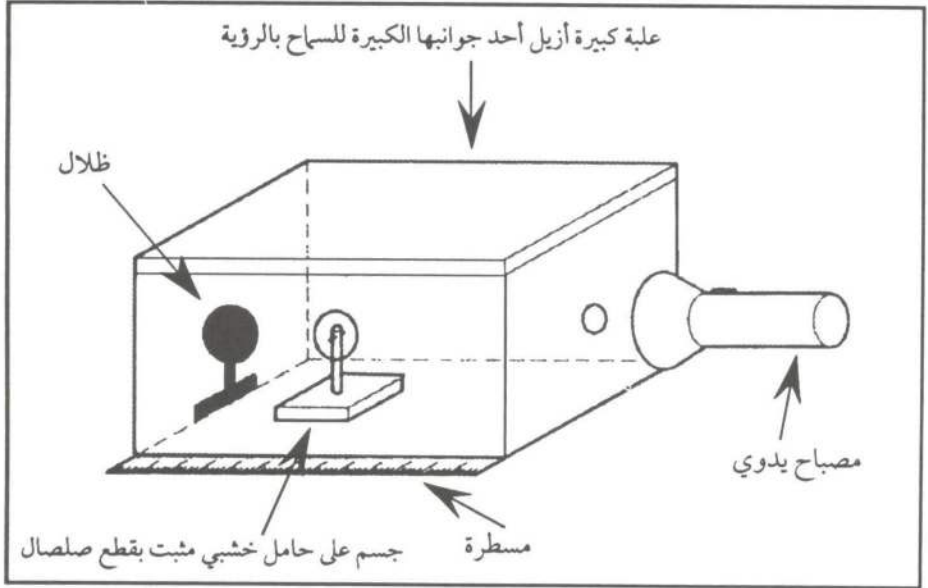


(شكل ٥ - ٥) تجربة توضح أن الضوء ينتقل في خط مستقيم

تستخدم الإبرة لصف ثقب البطاقات في خط مستقيم ثم تزال. وبعد ذلك يضاء مصباح يدوي خلال الثقوب، وتوضع إشارة على الموضع الذي يسقط عليه الضوء في البطاقة الأخيرة، وعند تحريك إحدى البطاقات عن الخط، لن يكون من الممكن انتشار الضوء خلال جميع الثقوب؛ ويستطيع المعلم سؤال

الأطفال إن كان بإمكانهم تفسير ما حدث.

وما أن يدرك الأطفال أن الضوء ينتقل في خط مستقيم، فيجب عليهم أن يكونوا قادرين على استخدام هذه المعرفة للتنبؤ بموقع وحجم الظلال.. ويمكن صنع صندوق ظل لدراسة الظلال بطريقة أكثر تفصيلا (شكل ٥-٦).



شكل (٥-٦) صندوق الظل لدراسة الظلال

وعندما يعدّ الأطفال الأدوات، يمكن بحث كيف يمكن تغيير كل من حجم وشكل الظلال، ويمكن اقتراح بعض الأنشطة للبدء في البحث، ولكن الأطفال يمكنهم التفكير في مشاكل إضافية أيضا.. وبعض الأبحاث الممكنة تتضمن الأسئلة التالية: هل تكبر الظلال أم تصغر عند تحريك الجسم إلى الخلف في الصندوق؟ عند أي نقطة يكون حجم الظلال مساويا لحجم الجسم؟ متى تكون الظلال ضعف حجم الجسم؟ قارن المسافة أمام الجسم إلى نهاية الصندوق وخلف الجسم إلى مصدر الضوء. وباستخدام البطاقات الكرتونية وقطع

الصلصال يمكن صنع تشكيلة متنوعة من أشكال (2D) و(3D)، ورسم الظل المتوقع قبل إجراء التجربة. ما الذي تتوقع حدوثه عند قلب الشكل؟.

كيف ينتقل الضوء خلال الماء؟

ينتقل الضوء بسرعات مختلفة خلال المواد المختلفة، ونحتاج للعمل هنا إلى كأس شفاف ذي جوانب مستقيمة، وكوب، وأعواد مصاص بلاستيكية، وقطعة نقدية، وإبريق ماء. يملأ الأطفال الكأس بالماء ثم يضعوا عود المصاص فيه وينظروا بدقة للعود ويسجلوا ملاحظاتهم، سيظهر عود المصاص مكسورا عند السطح الفاصل بين الماء والهواء، وذلك لأن الضوء ينكسر أو ينحني عند انتقاله من الهواء إلى الماء الأكثر كثافة، كما أن الماء يكبر عود المصاص.

يستطيع أحد الأطفال بعد ذلك وضع قطعة نقدية في قاع كوب وتحريك الكوب ببطء بعيدا عن زميله حتى تختفي عن نظره، محجوبة بحافة الكوب. ويجب أن يبقى الطفل الثاني ساكنا في مكانه، في حين يسكب الطفل الأول الماء في الكأس، وعندئذ يمكن رؤية القطعة النقدية، فعندما يرتفع مستوى الماء، فإن الضوء المنتقل من القطعة المعدنية سينكسر عند نقطة أعلى، وبالتالي يصل إلى العين. وقد يستطيع الأطفال اقتراح المكان الذي يستطيعون فيه رؤية هذا التأثير، ويمكنهم النظر إلى سمك الزينة الذهبي ومشاهدة الفرق بين مظهرها في الماء وعلى السطح، وقد يلاحظ الأطفال أن أقدامهم تبدو أسمك وأقصر في حمام السباحة، وأنه من الصعب جدا تقدير مدى عمق حمام السباحة.

يعمل الماء كالعندسة المكبرة، فيجعل الأشياء تبدو أكبر، ويستطيع الأطفال اكتشاف ذلك بوضع قطرات من الماء من قطارة على سطح ورق مطبوع

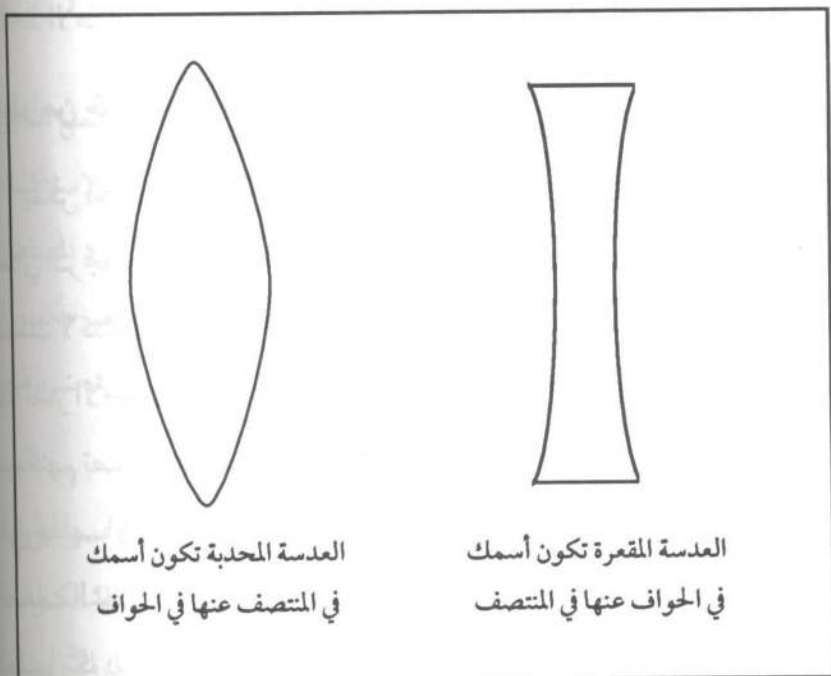
ومصقول، وملاحظة ما يحدث لحجم حروف الطباعة. ويستطيع الأطفال بحث إن كانت كل قطرة ماء تؤثر على الطباعة بالطريقة ذاتها؛ إنه لمن الضروري أن يلاحظ الأطفال شكل قطرات الماء، فهي تعمل بطريقة عمل العدسات المحدبة.

النظر من خلال الزجاج أو البلاستيك

يمكن استخدام مجموعة أجسام من الزجاج أو البلاستيك الشفاف مثل: القناني الزجاجية، والكوؤس (الأكواب)، وزجاج من إطار صورة، وحوض السمك لاكتشاف كيفية تغير الصور بواسطة الزجاج أو البلاستيك المنحني، فإذا نظر الأطفال إلى الصور أو الكلمات المطبوعة من خلال هذه الأجسام، سيمكنهم تصنيف هذه الأجسام إلى تلك التي تجعل الأشياء تبدو أكبر، وتلك التي تجعلها تبدو أصغر، وتلك التي لا تسبب أي تغير، ثم محاولة اقتراح الصفات الشائعة في كل مجموعة؛ فعلى سبيل المثال، نجد الأشياء التي لا تغير الصور تكون مستوية وصافية.. وبعد تلك الخبرة يستطيع الأطفال اختبار أفكارهم باستخدام العدسات الصناعية، والتي هي مواد شفافة صممت خصيصا لتغيير الصورة، وذلك بانكسار الضوء بدقة فيها، ويحتاج الأطفال بعض الوقت لاكتشاف الاختلافات بين العدسات وخواصها بأنفسهم.

فالعدسات المحدبة تجعل الأشياء تبدو أكبر، في حين أن الأشياء تبدو أصغر خلال العدسات المقعرة (شكل ٥-٧). ويمكن جمع مجموعة من الأشياء التي تستخدم العدسات، مثل النظارات والمنظار والتلسكوب والمجهر والكاميرا، كما أن عين الإنسان تحتوي على عدسة أيضا، ولكنها ليست مصنوعة من الزجاج، بل من مادة شبه جيلاتينية، وإذا نظر الأطفال بدقة، فيمكنهم مشاهدة انتفاخ

العدسة في مقدمة أعيننا، كما يمكنهم النظر إلى صور لأعين الثدييات الأخرى، والتي تبرز فيها عدسة العين عادة أكثر من عين الإنسان.



شكل (٧-٥) العدسات المحدبة والمقعرة

انعكاس الضوء عن الأسطح المصقولة

قد يكون من الضروري تلخيص العمل الذي تم في السنوات الأولى في المدرسة عن الانعكاس في الأشياء المصقولة. ويمكن مقارنة مجموعة من المرايا ومناقشة تصميمها، مثل: مرايا السيارات، وطبيب الأسنان، والزينة؛ ويمكن تكليف الأطفال بمهمة عمل المرآة؛ ولعمل ذلك يمكن تغطية بطاقة كرتونية بورق الألمنيوم أملس، أو وضع خلفية معتمة للزجاج.

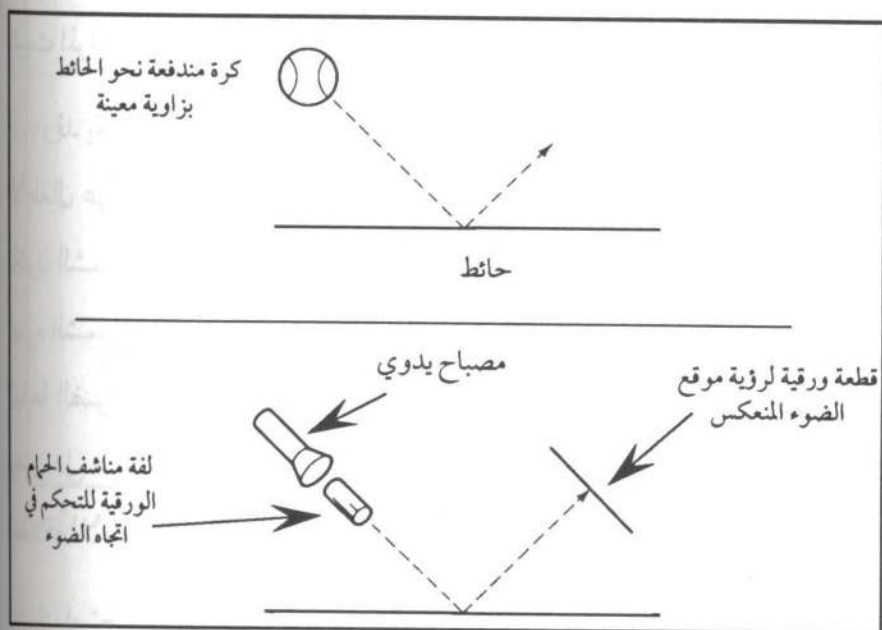
دراسة المرايا المستوية

من الأفضل أن يحصل الفصل على مرايا من نفس النوع والحجم، حيث إن التشكيلة المتنوعة من المرايا السميكة والرفيعة والكبيرة والصغيرة، تعطي متغيرات غير ضرورية للطفل الذي يحاول التفكير بطريقة علمية. واستخدام المشابك المثبتة على جانب المرآة أو الصلصال أو الفلين ذي الفتحات يمكن من تثبيت المرايا رأسيا.

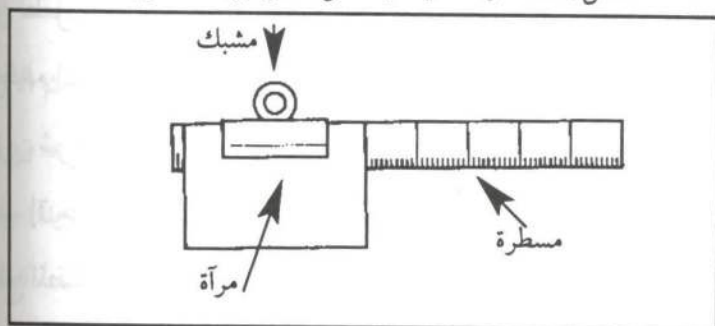
وقد يكون من الحكمة السماح بوقت لا بأس به للنشاط الحر عند حصول الأطفال على المرايا للمرة الأولى، حيث إنهم سيجدونها شديدة الإثارة.. وعندما تكون الشمس مشرقة، يمكن اصطحابهم للخارج، حيث يمكنهم محاولة عكس ضوء الشمس على الجدران أو اللعب لعبة البقعة الضوئية، حيث يجب أن تقع البقعة الضوئية عند انعكاسها على شخص آخر، أو جعل بقعة ضوئية تتبع مسار معين على طول قمة السور أو خط ما في الجدران.. مثل هذه الأنشطة ستكون انطلاقة للأطفال لإدراك أن المرايا تعكس الضوء.

إن استخدام المرآة يمكننا من رؤية ما يجري حول الأركان المستديرة؛ فيمكن لطفل يحمل مرآة أن يجلس خارج مرمى نظر الأطفال الآخرين، ويستخدم المرآة في إخبارهم عما يضعه طفل آخر على الطاولة، كما يمكن لآخرين شرح ما يحدث خلفهم، أو في ركن، أو فوق شاشة عالية باستخدام المرايا.. إن من الممكن رؤية ما يجري حول الأركان لأن الضوء ينعكس عن الأسطح المصقولة بنفس الطريقة التي ترتد فيها الكرة، ويمكن توضيح ذلك بالنشاط المبين في (شكل ٥-٨).

ويمكن صنع منظار مقرب بسيط جداً للنظر فوق العوائق العالية (Periscope) بتهيئة مرآة على نهاية مسطرة شكل (٩-٥). أما مناظير الأفق التي يُستخدم فيها مرآتان، فيصعب على الأطفال صنعها؛ وذلك لأنها تتضمن وضع المرآتين في زوايا شديدة الدقة، ومع ذلك فإن عرض القطع التجارية الجاهزة منها سيكون ذا فائدة عظيمة.



شكل (٨-٥) دراسة كيف يتعكس الضوء بواسطة المرايا



شكل (٩-٥) منظار مقرب بسيط

يحتاج الأطفال لفهم أن المرايا تعكس الصور؛ وباستخدام الألوان أو الحبر يستطيع الأطفال كتابة أسمائهم، ثم وضع قطعة ورقية فوقها للحصول على نسخة منها، ثم بعد ذلك ملاحظة هاتين القطعتين الورقيتين في المرآة، كما يمكن للمعلم الطلب إليهم نسخ أسمائهم من خلال نظرهم إلى المرآة، وسيلاحظون عندئذ ظهور الحروف معكوسة، ويمكن سؤالهم، هل لاحظوا مناسبات توجد فيها كتابة معكوسة في المرايا في البيئة المحيطة، كما على سيارات الإسعاف مثلاً؟ إن القيام بالعباب يجعل فيها الأطفال صور المرايا تلمس جزءاً من الوجه، مثل الأذن اليسرى - على سبيل المثال - أو تغمز العين اليمنى؛ تساعدتهم أيضاً على الإدراك تدريجياً أن المرايا تعكس الصور، ولمساعدتهم أكثر في إدراك ذلك، ينظر أحدهم في المرآة ويقوم بحركة ما، في حين يقوم طفل آخر - يجلس خلف المرآة - بتقليد الطفل الأول. وقد يلعب الأطفال أيضاً لعبة الحركات التي يطلق عليها اسم «يقول سامي» وفيه يجب عليهم اتباع الحركة كما هي تماماً - وعلى سبيل المثال - عندما يلوح أحدهم بيده اليسرى، يجب أن يلوح الآخرون جميعاً بيدهم اليسرى أيضاً، ويمكن أن تتبع هذه اللعبة بأخرى يكون عليهم فيها عرض الحركة في المرآة.

ويمكن للأطفال البحث في كيف يمكن للمرايا أن تغير الصور بطرق أخرى، فإذا رسم الأطفال صورة لرجل، ثم وضعوا المرآة على أجزاء مختلفة من الورقة، فيمكنهم أن يظهروا رجلين أو نصف رجل فقط في المرآة. كما يمكنهم بحث عدة مشاكل للصور المعطاة لهم. فعلى سبيل المثال: صنع خط أطول أو أقصر، جعل قارين بعيدين أو قريبين من بعضهما بعضاً، صنع شبح سمين، أو ضعيف، أو جعله يختفي تماماً.. وتجدر الإشارة هنا إلى كتاب

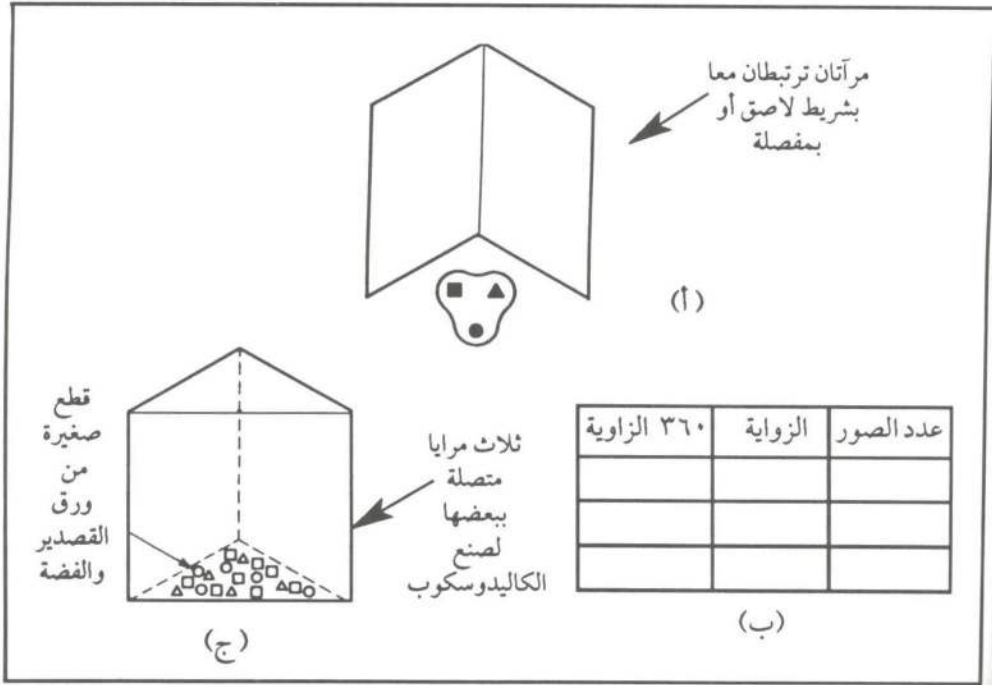
«Make Abigger Puddle, Make asmallier Worm» لكاتبته ماريون والتر (Marion Walter) الذي يحوي العديد من الأفكار الخاصة بهذا المجال.

إن بحث كيفية إكمال نصف شكل باستخدام المرأة يقود للبحث عن التناظر عامة. ويمكن إعطاء الأطفال نصف صورة، ولتكن لفراشة أو دعسوقة (خنفساء مرقطة الجناحين)، على سبيل المثال، ثم الطلب منهم إكمالها باستخدام المرأة لمساعدتهم في ذلك، كما يمكن للأطفال التنبؤ بأي الأحرف الأبجدية ستبدو كما هي في المرأة، ثم التحقق من ذلك.. والعديد من كتب الرياضيات تحوي أنشطة من هذا النوع.

كما أن استخدام مرأتين يقود لمجموعة أخرى من الأبحاث، فبعد تعليق مرأتين مرتبطتين معا ككتاب بشريط لاصق (٥ - ١٠)، يمكن للأطفال بحث ما يحدث لصورة جسم موضوع بين المرأتين. ومن الأفضل وضع شيء صغير وغير متماثل، وبطريقة مشابهة يمكن وضع أشكال لاصقة أمام المرأتين. وطرح الأسئلة هنا يساعد على تركيز انتباه الأطفال على التفاصيل: كم مرة يتم تكرار هذا النمط؟ في أي اتجاه تدور؟ أي شكل يمثل النموذج الكامل؟ هل يمكنهم رسمه؟ ماذا يحدث عند زيادة زاوية المرأة؟ وإذا رسم الأطفال دائرة ووضعوا علامات على الزوايا ٦٠، ٩٠، ١٨٠، ثم طابقوا المرايا على الزوايا، فيمكنكم بحث العلاقة ما بين عدد الصور وقياسات الزوايا بين المرايا شكل (٥ - ١٠ ب).

ويمكن عرض كاليدوسكوب تجاري أمام الأطفال، وذلك ليحاولوا اكتشاف طريقة عمله، كما يمكن صنع أحدها في الفصل، وذلك بثبيت ثلاثة مرايا معا لتكوين منشور ثلاثي، ويجب إسقاط قطع صغيرة من ورق القصدير والورق الملون بين المرايا وتحريكها (شكل ٥ - ١٠ ج). أما استخدام مرأتين

متوازييتين، فسوف ينتج عنه مجموعة أخرى من الصور التي تستحق البحث.



شكل (٥-١٠) دراسة الانعكاس في مرآتين أو أكثر.

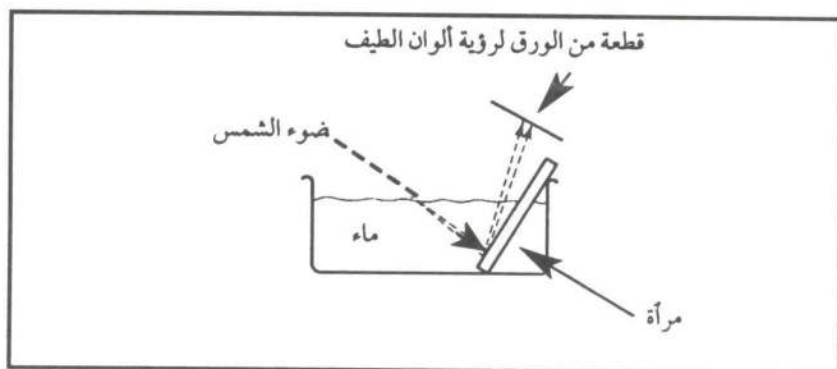
المرآة الكروية (المنحنية)

إن المرآة المحدبة تكون منحنية باتجاهك، في حين أن المرآة المقعرة تنحني بعيداً عنك، وبعض المرايا يمكن ثنيها بطرق مختلفة، فتمكّن الأطفال من ملاحظة أنفسهم كلما قاموا بتحريكها، ويمكن لكل طفلين أو مجموعة من الأطفال عمل تقرير عن اكتشافاتهم.. وهناك سلسلة من الأسئلة قد تساعدكم في البدء بأبحاثهم: ما مدى حجمهم في المرآة؟ هل يبدو بصورة مشوشة أم

واضحة؟ هل صورتهم مقلوبة أم معتدلة؟ ولتطبيق اكتشافاتهم يمكن سؤالهم عن نوع المرأة التي يحتاجونها على سلام حافلة ذات طابقين، أو في السيارات، أو عند طبيب الأسنان، أو الحلاق، أو التي تحتاجها سيدة لوضع المساحيق، أو يحتاجها الرجل للحلاقة... وما أن يصمم الأطفال مرآة لإحدى هذه الأهداف حتى يمكنهم مقارنة أفكارهم مع ما يحدث فعلا في المرايا، ويمكن تجميع مشاهداتهم في أنواع المرايا الأخرى في كراس خاص، مثل: المرايا المستخدمة في ملاحظة الزبائن في المحلات، والمرايا خلف المصاييح العادية واليدوية لعكس الضوء إلى الأمام، والمرايا المعلقة كزينة على شجرة عيد الميلاد... وكمشكلة تقنية تطبيقية يمكن الطلب إلى الأطفال صنع مرآة لهدف معين، كأن تمكن مدرس الحضانة مثلا من ملاحظة عدد الأطفال في مبنى لعب الأطفال.

الأضواء والأصباغ الملونة

إن ضوء الشمس يبدو أبيضاً، ولكنه في الواقع يتألف من سبعة ألوان مختلفة تدعى ألوان الطيف. وألوان الطيف هي: الأحمر، والبرتقالي، والأصفر، والأخضر، والأزرق، والنيلي والبنفسجي، ويمكن للأطفال عمل قوس قزح خاص بهم، باستخدام منشور زجاجي ثلاثي، وحمله في ضوء الشمس، حيث سيظهر الطيف على الحائط أو السقف.. كما أن نفخ الفقاعات الصابونية هي طريقة أخرى لرؤية الطيف، (الفقاعات محفز فعال نظرا لشكلها الجذاب).. وطريقة ثالثة: هي بوضع مرآة في صندوق فيه ماء قليل الارتفاع في ضوء الشمس (شكل ١١-٥).



شكل (١١-٥) صنع قوس قزح باستخدام المرآة

إن ألوان الطيف تنكسر (تنحني) بمقدار مختلف في كل من الماء والمنشور، وبذلك يمكن الحصول عليها؛ والأشعة البيضاء للشمس تسقط على قطرات الماء، والتي تعمل بنفس الطريقة التي يعمل بها المنشور لتكوين قوس قزح، والحقيقة أن قوس قزح لا يوجد له نهايتان تلمسان الأرض، ولكنه يظهر بصورة دائرية يمكن رؤيتها من الطائرة أو أعلى الجبال.

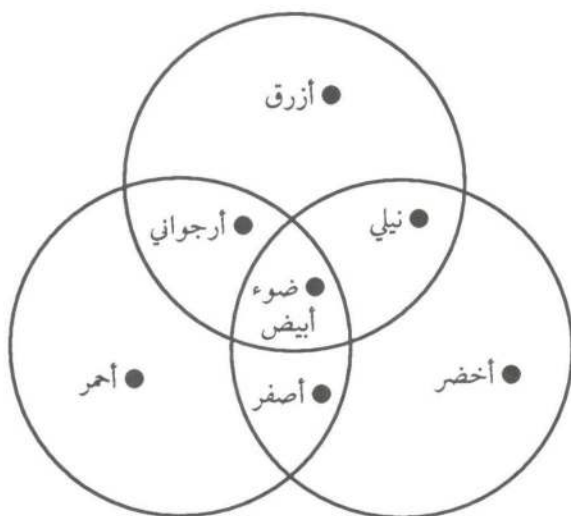
وجميع ألوان الطيف يمكن صنعها من ثلاثة ألوان تسمى الألوان الأساسية (الأولية)؛ والألوان الأساسية للضوء هي: الأحمر والأخضر والأزرق، ولكنها ليست كذلك في الأصباغ والتي هي: الأحمر والأصفر والأزرق.

مزج ألوان الضوء

هناك نوعان من الخلايا في العين: خلايا عصوية الشكل تمكّننا من الرؤية في الظلام، وهذه الخلايا لا يمكنها كشف الألوان؛ وهذا يفسر عدم رؤية أي لون سوى درجات الرمادي بعد حلول الظلام. أما الخلايا المخروطية الشكل، فتمكّننا من رؤية الألوان، وبعض هذه الخلايا المخروطية حساسة للضوء الأحمر، وأخرى للضوء الأخضر، وبعضها للضوء الأزرق. وبما أن الأصفر هو بين الأحمر

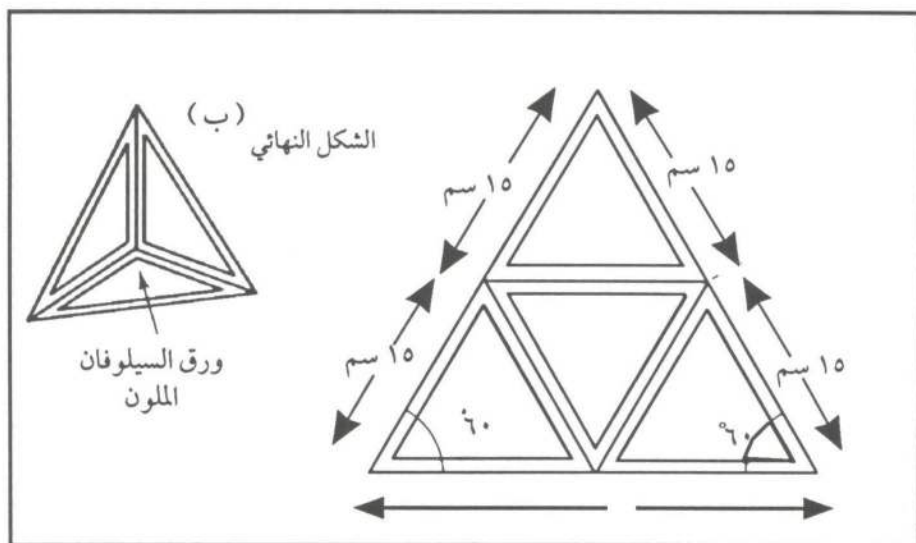
والأخضر في ألوان الطيف، فإن لها تأثيراً مساوياً على كل من الخلايا الحمراء والخضراء، ويدرك الدماغ هذا التأثير كلون أصفر (شكل ٥-١٢).

ويستطيع الأطفال محاولة مزج الألوان الأساسية للضوء، بتغطية ثلاثة مصابيح يدوية قوية بمرشحات حمراء وزرقاء وخضراء اللون، ويتم تسليطها على دمية بيضاء أو قطعة من الورق لملاحظة كيفية اتحاد الألوان المختلفة، فالضوء الأخضر والأزرق يتحدان لصنع الأزرق الداكن، والأزرق والأحمر يصنعان اللون الأرجواني (أحمر مزرق)، والضوء الأخضر والأحمر يصنعان الأصفر، أما الثلاثة جميعاً فإنها تكون الضوء الأبيض، ولن يتم ذلك إلا إذا كانت الألوان نقية، وتم تسليطها بنفس الشدة، ويحتاج ذلك للفلترات المنتجة تجارياً، حيث إن السيلوفان يحتوي على شوائب، ولكنه مفيد تماماً لصنع النماذج والمجسمات.



شكل (٥-١٢) الألوان الأساسية للضوء

والمجسم الرباعي الأسطح المصنوع من ألوان مختلفة من السيلوفان، طريقة جذابة لعرض تأثير مزج الألوان الملونة، فكل طفل يحتاج لقطعة كرتونية حوالي ٤٠ سم X ٤٠ سم، ورسم أربع مثلثات صغيرة متساوية الأضلاع ذات حواف من (١ سم) على الكرتون، كما هو موضح في شكل (٥-١٣)، ثم يستطيع الأطفال بعد ذلك لصق أوراق السيلوفان الملونة لتناسب كل نافذة، وما أن يجف المجسم فيمكن طيه لصنع الجسم المثلث رباعي الأوجه، مع تثبيت الحواف بشريط لاصق، ويستطيع الأطفال تحريك المجسم بطريقة دائرية للنظر إلى تأثير مزج الألوان ثم تسجيل ما يرونه.

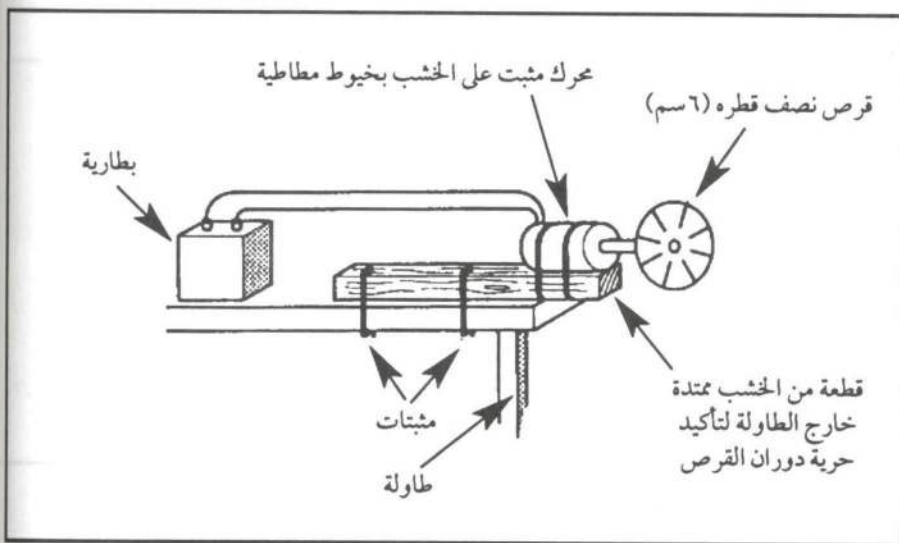


شكل (٥-١٣) الجسم الملون رباعي الأسطح

ويعد صنع النظارات الملونة طريقة ممتعة لملاحظة تأثير مرشحات الألوان المختلفة، فيستطيع الأطفال قطع بعض أوراق الكرتون لعمل نظارات، ووضع أوراق السيلوفان الحمراء في زوج من النظارات، والورق الأخضر في زوج

آخر.. ويمكنهم بحث ما يحدث عند النظر خلال النظارات لصور مرسومة بألوان الشمع الخضراء فقط، وأخرى مرسومة بألوان الشمع الحمراء فقط، وعندما ينظر الأطفال خلال ورق السيلوفان الأخضر، فسوف ترشح جميع الألوان إلى الخارج عدا اللون الأخضر، وبذلك سيبدو الرسم الأحمر أسود، حيث إن الخلايا الحساسة للون الأخضر فقط سوف تستجيب، ولا يوجد هناك أي لون أخضر في الرسم.

وإذا قام الأطفال بتلوين قرص دائري بألوان شمعية أو أصباغ مختلفة لألوان الطيف، ثم إدارته بسرعة عالية، فسيبدو للعين وكأنها ترى الألوان كلون واحد، وبما أن التلوين لا يمكن أن يكون دقيقا تماما، فإن الألوان ستمتزج لتبدو بلون أصفر شاحب بدلا من اللون الأبيض. (شكل ٥ - ١٤).



شكل (٥-١٤) إدارة الأقراص الملونة.

ويستطيع الأطفال بعد ذلك المحاولة مع عدة أقراص ذات أنماط مختلفة، وتضم مجموعات ألوان مختلفة؛ ويجب أن يتنبؤوا بما سوف يحدث قبل الاختبار،

وفي الوقت ذاته، فإن قيام الأطفال بإعداد الأجهزة بأنفسهم سيتيح لهم الفرصة لتطبيق مهاراتهم في بعض الأعمال الكهربائية.

وتحوي الأصباغ الملونة مجموعات مختلفة من الألوان الأساسية، وذلك لأنها تعمل كمرشحات تتخلص من بعض الضوء الساقط عليها عن طريق امتصاصه. وعلى سبيل المثال: فإن اللون الأصفر يمتص كل الألوان عدا الأحمر والأصفر والأخضر، أما النيلي فإنه يمتص كل الضوء عدا الأزرق والأخضر، ولذلك فإنه عند مزج اللون النيلي والأصفر، فإن اللون الوحيد الذي لا يتم امتصاصه هو الأخضر؛ ولهذا فإن مزج النيلي والأصفر يعطي الأخضر.

وبما أن فيزياء الألوان ليست بسيطة، فيجب تشجيع الأطفال في المرحلة الابتدائية أساساً على بحث مزج الألوان المختلفة للضوء، وتسجيل ملاحظاتهم عن ذلك فقط. وفي المرحلة الثانوية سيكونون قادرين على الرجوع إلى هذه الخبرة العملية لتوسيع إدراكهم. وتم إضافة التفسيرات هنا للمعلمين كمحاولة لتوضيح أوجه الاختلاف ما بين الألوان الأساسية لكل من الأصباغ والضوء.

الفصل السادس

المغناطيسية والكهرباء

المغناطيسية والكهرباء

الحلقة الأولى والثانية في المرحلة الابتدائية

إن أبحاث وتجارب المغناطيسية يجب أن تبدأ منذ السنوات الأولى للدراسة، وهذه التجارب يمكن بعد ذلك تعزيزها وترسيخها في فصول المستوى الثاني من المرحلة الابتدائية، بتطوير العلاقة بين المغناطيسية والكهرباء، وإتاحة الفرصة للأطفال لاستخدام خبرتهم في مشاكل علمية وتقنية متشعبة.

ويحتاج الأطفال الصغار لوقت كاف للعب بالأجهزة التي تستخدم الأعمدة الجافة، والأسلاك، والمصابيح؛ ربما كجزء من الأبحاث المتعلقة بلعب الأطفال. وإن الأبحاث التفصيلية للأنواع المختلفة من الدوائر، والتجارب المستخدمة لإيجاد العوازل والموصلات وأنظمة الغلق والفتح في الدوائر الكهربائية، هي أكثر ملاءمة لبداية الحلقة الثانية من هذه المرحلة.

وأما الأطفال المتقدمين في هذه الحلقة، فمطلوب منهم تنفيذ تجارب أكثر تطوراً من تغيير تدفق التيار الكهربائي، والتسخين، والتأثيرات المغناطيسية للكهرباء. ولكن يجب ملاحظة عدم تقويمهم اعتماداً على ذلك. ومن الضروري إدراك مخاطر الكهرباء منذ السنوات الأولى في المرحلة، ويجب تعزيز هذا الإدراك باستمرار.

المغناطيسية

استكشاف المغناطيس والمغناطيسية

من الأمثل أن تتاح الفرصة للأطفال للعب باللعب التي تحوي

مغناطيسات، وذلك لإثارة فضولهم منذ السنوات الأولى في أعمارهم. وعندما يبدأ الأطفال ببحث المغناطيسية، فإنهم يحتاجون لإمدادهم بتشكيلة متنوعة من المغناطيسات ذات الأشكال والقوى المختلفة، حتى لا يعتقدوا أن جميع المغناطيسات يجب أن تكون على شكل أولون معين.

بداية، يمكن إعطاء الأطفال تشكيلة متنوعة من الأجسام الصغيرة التي تشمل: الإبر، والمسامير، والمشابك الورقية، ومحاة، ومفاتيح، وقطع نقدية، وشمع، وورق قصدير، وزجاج، وخشب وورق وبلاستيك، ثم سؤلهم عما يمكن للمغناطيس أن يقوم به.. وهنا يجب أن يحاولوا الملاحظة بدقة، وتسجيل كل ما يرونه مثيرا للاهتمام، بما في ذلك كل من شكل وملمس المغناطيس، إلى جانب تأثيره على المواد المختلفة.. وقد يلاحظون أن بعض المواد فقط هي التي يتم التقاطها، وأن الأجسام تتحرك باتجاه المغناطيس قبل ملامسته، وأن العديد من الأجسام تبدو وكأنها تلتصق معا لتكوين سلسلة تتصل بالمغناطيس، أو أن يكون جزء من الجسم فقط معلق بالمغناطيس.. هذا النوع من البحث المتشعب يمكن المعلم والأطفال من طرح الأسئلة أو الأفكار لمزيد من الأبحاث.

وعندما يكتشف الأطفال أن المغناطيس لا يجذب جميع المواد، يمكنهم البحث فيما هو مميز في المجموعة المغناطيسية، فإذا قاموا بفصل مجموعة من المواد المغناطيسية عن أخرى غير مغناطيسية، يمكنهم اقتراح خواص كل مجموعة وما أن يعرضوا اقتراحهم، فيمكن اختبار فرضيتهم بالتنبؤ في أي مجموعة ستضم الأجسام الجديدة، ثم بعد ذلك اختبار صحة تنبئهم هذا، فقد يقولون إن جميع الملاعق مغناطيسية! وفي مثل هذه الحالة، فإن قيامهم باختبار مجموعة أخرى من الملاعق التي تتضمن ملاعق خشبية وبلاستيكية، سيجعلهم يكتشفون أن مثل

هذا التعميم غير صحيح، ويحتاجون بذلك إلى اقتراح جديد. ومن الممكن تماما للأطفال الصغار أن ينفذوا مثل هذه الإجراءات العلمية الأساسية بإرشاد وتوجيه معلمهم. ويجب أن يكتشف الأطفال بأن المغناطيس يجذب المواد المعدنية فقط، وعند هذه النقطة قد يحتاج المعلم لتفسير أنه يوجد معادن مختلفة، ويمد الأطفال بأمثلة عنها لاختبارها. ومن الممكن أن يعرف الأطفال أهمية الاختلاف في المعادن إذا لاحظوا أنه يتم تصنيف اللعب المعدنية الفارغة عند إعادة دورة تصنيعها (Recycling) باستخدام المغناطيس.

ولاستكشاف المغناطيسية بصورة أوسع، يمكن للأطفال أن يجابها بمجموعه من المشكلات البسيطة، ومنها:

* كم مشبك يمكن لقضيب مغناطيسي أن يجذب عند إسقاطه في كومة من مشابك الورق؟ هل الإجابة نفسها تقريبا في كل مرة يتم فيه تكرار هذا النشاط؟ هل يمكنهم إيجاد طريقة لتسجيل نتائجهم؟.

* عند إسقاط قضيب مغناطيسي في كومة من مشابك الورق، على أي جزء من المغناطيس تبقى هذه المشابك؟ أين يوجد أقوى جزء في المغناطيس؟ هل يمكن تعليق مشابك الورق عند منتصف المغناطيس أم الأطراف فقط؟ هل يلتقط الطرفان العدد نفسه من المشابك؟.

* كم عدد المشابك التي يمكن تعليقها في خط واحد عند تعليقها معا؟ هل هي نفسها أم أقل أم أكثر، عندما يكون خط المشابك متلامس فقط، ولكن غير متصل؟.

* ما هو أكبر عدد من المشابك يمكن تعليقها في مغناطيس واحد؟.

* ما هو أقصى بعد يمكن أن يعمل فيه المغناطيس، ويكون فيه مستمرا في التقاط مشابك الورق؟ هل المغنطيسيات الأثقل أو الأكبر لها قوى أكبر؟ هل يستطيع الأطفال إيجاد طريقة لاختبار المغناطيسيات؟ إحدى الطرق هي بتعليق برغي أو مسمار على خيط فوق نقطة الصفر على مسطرة، وتحريك المغناطيس المراد اختباره ببطء من أحد أطراف المسطرة إلى الطرف الآخر، والنقطة التي ينجذب فيها المسمار نحو المغناطيس يتم تسجيلها، والمغناطيسيات الأقوى ستسحب الأجسام من مسافة أبعد.

* هل يمكن للقوة المغناطيسية أن تعمل خلال المواد الأخرى؟ هل سيظل مشبك الورق مجذوبا إذا وضع المغناطيس على الجانب الآخر من الورقة، أو الحديد، أو الزجاج أو البلاستيك، أو خلال الماء؟ سيكتشف الأطفال أن المجال المغناطيسي يمر خلال المواد غير المغناطيسية.

إن الجذب أو قوة الجذب المغناطيسية خلال المواد غير المغناطيسية يمكن استخدامها وتوضيحها بصنع اللعب البسيطة، حيث يستطيع الأطفال صنع قارب صغير من ورق الكرتون أو الفلين مع برغي (مسمار) مثبت في أسفله ويطفو القارب في وعاء ضحل، ويتم تحريكه في الأنحاء المختلفة من الوعاء بتحريك مغناطيس أسفل هذا الوعاء. ويمكن التحضير لمضمار سباق أو شارع على قطعة كرتونية وسيارات من علب الثقاب، يوضع داخلها مشابك ورقية أو مسامير، ويتم تحريكها باستخدام المغناطيس أسفلها. وبالرغم من أنه من الضروري وضع مشاكل أو أسئلة محددة للمساعدة في تجميع اكتشافات الأطفال، إلا أن الأطفال يحتاجون أيضا لفترات من «اللعب الحر»، أو استكشاف الأدوات لتمكنهم من تكرار الأنشطة السابقة واختبارها، إلى جانب

استكشاف أفكارهم الخاصة.

استخدام المغناطيس للتصنيف

إن من الضروري أن يبدأ الأطفال في معرفة استخدامات الخواص المختلفة للمواد، وذلك ليدركوا أهمية العلوم في حياتهم. فبما أن المغناطيسات تجذب أساسا الأجسام المصنوعة من الحديد والفولاذ (الذي يحتوي حديداً)، والنيكل والكوبلت، فيمكن استخدامها في تصنيف هذه المعادن لإزالتها أو استخدامها. ويستطيع الأطفال تنفيذ نشاط بسيط لعرض استخدام المغناطيسات في التنظيف، فإذا قاموا ببرد الصداً عن صفيحة قديمة، ومزجوا البرادة جيداً مع السكر، يمكنهم بعد ذلك استخدام المغناطيس لاستعادة أجزاء الصداً. وبطريقة مشابهة يمكن استعادة (محمل الكريات) ^(١) (ball bearings) من طبق الرمل. ويمكن للأطفال استخدام الكتب لإيجاد أمثلة أخرى لاستخدام المغناطيسات في التصنيف، وكشف المعادن مثلاً، وتنظيف الزيت، وجمع الحديد لإعادة صهره.

استخدام المغناطيس في حمل ورفع الأشياء

يمكن للأطفال البحث عن مواقف تستخدم فيها المغناطيسات في بيئتهم المحيطة، فالمغناطيسات كثيراً ما تستخدم في حمل الأشياء (لاحظ الحاملات)، ولضمان غلق الباب بطريقة مناسبة (أبواب الثلاجات)، ولرفع الأشياء مثل (cat flaps)، وعلى الرافعات لرفع الأجسام الحديدية دون الحاجة لتثبيتها بخطاف، ويستطيع الأطفال صنع نموذج رافعة كاملة باستخدام المغناطيس

(١) وصلة ميكانيكية تدور فيه أجزاءها المتحركة دورانا سلسا على كريات معدنية مرنة (المترجمة)

(التفاصيل موضحة في هذا الفصل). وكجزء من مرحلة تصميم النموذج، يمكن البحث في كمية الأثقال التي تستطيع المغناطيسات المختلفة رفعها، حيث يمكن استخدام علبة زبادي فارغة مثبتة على خيط بدبوس أو مشبك ورقي، وتحميلها ما كتلتها (١ جم) من الأثقال، لملاحظة ما يمكن للمغناطيسات المختلفة رفعه.

لعبة صيد السمك باستخدام المغناطيسات سهلة الصنع لصغار الأطفال، حيث يقطعون أشكال سمكة من ورق الكرتون أو البلاستيك، ويتم تثبيت مشبك ورقي على كل سمكة، ويستطيع الأطفال بعدئذ صيد السمك باستخدام سنارة الصيد المصنوعة من جمل ومغناطيس في نهايته كخطاف، وإذا تم ترقيم الأسماك، فيمكن للأطفال جمع الأعداد الإجمالية لكل صيد، ويكون الفائز هو الطفل الحائز على أعلى رقم.

المغناطيسات يمكنها صنع مغناطيسات أخرى

من الممكن أن يكون الأطفال خلال لعبهم قد لاحظوا بأن مشابك الورق التي كانوا يستخدمونها قد أصبحت مغناطيسية، فالأيونات (الجسيمات المشحونة) في المغناطيس تكون مرتبة في صفوف بين الأقطاب الشمالية والجنوبية، والقطع الحديدية والفولاذية الأخرى قد تصبح مغناطيسية إذا اصطفت أجزاؤها أيضا بالطريقة ذاتها، ويمكن مغنطة المسامير أو الدبوس أو الإبرة عن طريق دلكها بمغناطيس حوالي عشرين مرة. إن من الضروري استخدام الطرف نفسه من المغناطيس، وذلك المسامير بنفس الاتجاه في كل مرة.

وإذا تم طرق المغناطيس بالحديد أو إسقاطه، فسيفقد، طريقة اصطفائه،

وبالتالي مغنطته، ويستطيع الأطفال اكتشاف عدد الطرقات اللازمة لذلك. وسيحدث الشيء نفسه للمغناطيسات الجاهزة، وهذا سبب الحرص في طريقة تخزينها، ويتم ذلك بوضع الأقطاب المتشابهة معا وبطريقة لا يمكن طرقها فيها.

بحث الأقطاب المغناطيسية

لاكتشاف أن كل مغناطيس له قطب شمالي وآخر جنوبي، يجب أن يضع الأطفال علامة على نهاية قضيب مغناطيسي بنقطة من ورقة ملونة، ثم بعد ذلك تعليق المغناطيس بقطعة من الخيط والسماح له بالاستقرار، وباستخدام سهم ورقي على الأرض سيتضح الاتجاه الذي يشير إليه المغناطيس وتسجيل ذلك. وبتكرار هذا النشاط، سيكتشف الأطفال أن المغناطيس يشير دائما للاتجاه نفسه، ومن الضروري أن نجعل كل مغناطيس بعيدا عن المغناطيسات أو الأجسام المعدنية الأخرى، حيث سيؤثر ذلك على النتائج.

إن خاصية الاتجاهات الثابتة للمغناطيسات تمكن من استخدامها كبوصلات، فعند تعليق المغناطيس أو وضعه على جسم طاف بحيث يدور بحرية، سيشير أحد طرفيه إلى الشمال دائما في حين يشير الطرف الآخر للجنوب، ويطلق على طرفي المغناطيس إما قطب شمالي أو قطب جنوبي حسب ما يناسب ذلك. والطريقة الوحيدة لإيجاد ذلك في البداية هي باستخدام البوصلة، (ومن المحتمل أن يكون عند الأطفال بعض الفهم لخواص البوصلة من مشاهدة التلفزيون)، كما أن المسلمين يستخدمون البوصلة بانتظام لتحديد اتجاه الكعبة (القبلة) للصلاة.. وما أن يتم تحديد كل من القطبين الشمالي والجنوبي للمغناطيس باستخدام البوصلة، فإن هذه المغناطيسات نفسها يمكن استخدامها كبوصلة كذلك.

ويمكن مغنطة إبرة لصنع المغناطيس، ثم تثبت هذه الإبرة المغنطة على قطعة كرتونية يوضع عليها علامات اتجاهات البوصلة، ثم تثبت هذه القطعة على قطعة فلين بالصمغ، وإذا طفا الفلين على سطح الماء فإنه سيدور بسهولة ليستقر مشيراً للشمال. وسيكتشف الأطفال أن تحريك مغناطيس بالقرب من البوصلة سيعمل على اضطراب الإبرة فيها، حيث إنها مصنوعة من مادة مغناطيسية ونتيجة لذلك فإنه يجب قراءة البوصلة دائماً بعيداً عن الأجسام المعدنية، كما أن الصخور الحاوية على الحديد يمكنها أن تسبب ارتباكاً شديداً للمستكشفين.

وعندما يلعب الأطفال بالمغناطيسات، فقد يكتشفون أنه عند استخدام مغناطيسين، فإنها ينجذبان نحو بعضهما بعضاً أحياناً، ويتنافران عن بعضهما أحياناً أخرى! وما أن يتم تحديد الأقطاب الشمالية والجنوبية للمغناطيسات، حتى يمكن للأطفال محاولة اكتشاف سبب حدوث ذلك؛ فعند تقريب مغناطيسين معلقين بخيوط ببعضها، سيكتشف الأطفال أن القطبين المتشابهين سيتنافران، أما القطبين المختلفين فسيتجاذبان^(١). ويستطيع الأطفال تجربة ذلك بحمل مغناطيس بخفة، ومحاولة تقريب أقطاب متشابهة معا بالقوة، وإذا توفرت المغناطيسات الحلقية، يمكن وضعها فوق مغناطيس رأسي، وبتقريب الأقطاب المتشابهة^(٢)، ستظهر المغناطيسات معلقة في الهواء دون وجود شيء يحملها!! والحقيقة أن قوة التنافر ما بين القطبين هي التي تبقيهما بعيدين عن بعضهما وقد يود الأطفال صنع قطار من مجموعة عربات من علب صغيرة مثبت

(١) ذكرت المؤلفة في كتابها صفحة (٩٦) أنه عند تقريب الأقطاب الشمالية للمغناطيس أو الجنوبية من بعضها ستجاذب وعند تقريب القطب الشمالي عن القطب الجنوبي ستتنافر والمعروف هو عكس ذلك حيث أن الأقطاب المغناطيسية المختلفة تتجاذب والمتشابهة تتنافر. (المترجمة)

(٢) ذكرت المؤلفة: الأقطاب المختلفة، وهذا لا يتفق مع المفاهيم المتعارف عليها علمياً (المترجمة).

عليها مغناطيسات، واستخدام القطبين الشمالي والجنوبي للمغناطيسات سيؤمن انضمام مقدمة ومؤخرة العربات، حتى في حالة عدم رؤية هذه المغناطيسات! من جهة أخرى فإنه إذا وضع قطبان مختلفان في مواجهة بعضهما فإنه عند تحرك الشاحنة الأولى ستتحرك الشاحنة الأخرى باتجاهها دون أن تتلامسا.

إن شكل المجال المغناطيسي لمغناطيس واحد أو اثنين يمكن رؤيته باستخدام برادة الحديد، فإذا وضعت برادة الحديد على قطعة ورقية ووضع المغناطيس أسفله، يمكن رؤية شكل ثنائي الأبعاد. ويمكن الاحتفاظ بهذا النموذج عن طريق رشه بالورنيش.. وإذا وضعت البرادة في علبة بلاستيكية شفافة ووضع مغناطيس أو مغناطيسان على العلبة، فسيمكن رؤية مجال ثلاثي الاتجاهات، كما أن لذلك ميزة عدم انتشار برادة الحديد في كل مكان، وضياعه.

الكهرباء

بالرغم من أن موضوع الكهرباء يشكل جزءاً مستقلاً في منهج الدراسة القومي، إلا أنها تتداخل مع كثير من النواحي العلمية الأخرى، فالكهرباء مصدر أساسي للطاقة، ومتوقع من التلاميذ تنمية معرفتهم وإدراكهم لطبيعة الطاقة وتحولاتها والتحكم فيها، فالتحكم في الكهرباء عن طريق أنظمة المفاتيح الكهربائية هو جزء ضروري لتحويل المعلومات في كل من الهاتف والكمبيوتر، كما تستخدم الأعمدة الجافة عادة في نماذج ومجسمات لمشاريع تقنية.

ومن الأسس العامة للسلامة، تنبيه الأطفال دائماً إلى عدم اللعب بالنقاط

الرئيسية للكهرباء^(١). وإذا أتيحت الفرصة للأطفال للعب، وتجربة اللعب ذات الأعمدة الجافة كجزء من دراستهم عن القوى والطاقة، فإنه يجب التركيز على هذه القاعدة الهامة. كما أن موضوع العناية بأنفسنا ومحيطنا يمكن أن يتضمن طرق الأمان في المنزل والمدرسة، وعندما يبحث الأطفال الأكبر سناً الدوائر الكهربائية والأعمدة الجافة، ودراسة الكهرباء كمصدر للطاقة، فإنه يجب التركيز مرة أخرى على مخاطر الكهرباء الرئيسية.

ويمكن للوحات الكهربائية أن تمدنا بمادة جيدة لإثارة المناقشة مع الأطفال حول استخدام الكهرباء بأمان في المنزل، ومخاطر تطير الطائرات الورقية فوق الأسلاك الكهربائية، أو الصيد بالقرب منها، وأهمية الابتعاد عن مراكز التحويل الفرعية. ولتشجيع الأطفال على التفكير بنواحي السلامة، وكيفية تطبيق إجراءات الأمان المناسبة، يمكن الطلب اليهم تصميم ملصق (بوستر) يبيد نصيحة أو تحذيراً عن الكهرباء. وبما أن الصياغة الفعلية للكلمات وطريقة تقديمها هي جزء ضروري للملصق الفعال، فإن مثل هذه المهام ستعمل على تطوير كل من النواحي اللغوية والعمل الفني، إلى جانب العمل العلمي.

إن معظم العمل الأساسي على الدوائر هو أكثر ملاءمة للسنوات الابتدائية الأولى، ويمكن بعد ذلك زيادة معرفة الأطفال من خلال المواضيع العلمية الأخرى والأنشطة التقنية المختلفة، ومن الضروري هنا ربط العمل بالأعمدة الجافة مع المواقف الحقيقية، حيث يكون موضوع الكهرباء ذا علاقة بالحياة العملية، وفي الوقت ذاته يجعل الأطفال حذرين من مخاطر نقاط الكهرباء الرئيسية.

(١) المقصود بالنقاط الرئيسية للكهرباء هو مفاتيح الكهرباء في المنزل ذات فرق الجهد العالي

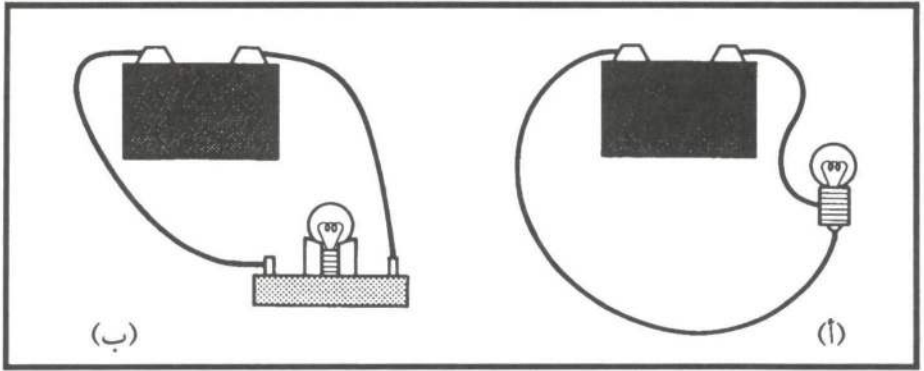
توصيل الدوائر البسيطة

هناك العديد من المصطلحات التي يمكن استخدامها خلال العمل بالكهرباء مع الأطفال، وذلك مثل التيار وفرق الجهد، والتي يجد الأطفال صعوبة في فهمها. ولا يُطلب من الأطفال في كل من الحلقة الأولى وبداية الحلقة الثانية استخدام مثل هذه المصطلحات، بل يفضل استخدام مصطلح الطاقة الكهربائية بدلا من التيار، حيث سيكون الأطفال قد سبق لهم استخدام هذا المصطلح، وعندهم فكرة ما عن معناها، كما أن من السهل على الأطفال إساءة فهم مصطلح «التيار» حيث إنها ليست كلمة مستهلكة، بعكس مصطلح الطاقة الكهربائية، ولذلك فإنه من غير الصحيح أن نقول إن التيار قد استهلك عندما يكون المصباح مضاء، فالتيار هو أكثر شيها بالماء في نظام التسخين المركزي، والذي لا يستهلك، ولكنه وسيلة لنقل الطاقة الحرارية فقط. واستخدام مصطلح الطاقة الكهربائية سيعمل على بناء أساس في هذه المرحلة، يمكن الأطفال من إدراك المفاهيم الأكثر تعقيدا في مرحلة لاحقة.

إن أطفال الحلقة الثانية في المرحلة الابتدائية يحتاجون لترسيخ المفاهيم التي تتعلق بالدوائر الكهربائية، فمن الصعب عليهم التفكير في أن وجود فرق في الجهد بين طرفي العمود الجاف يسبب التدفق لموازنة هذا الفرق وخاصة إذا كان العمود الجاف ذا طرف واحد ظاهر فقط، وبدلا من ذلك فهم عادة ما يفكرون بأن الأعمدة الجافة هي مصدر للطاقة، كما أن المصباح مستهلك لها. وبذلك فإن الطاقة الكهربائية تتدفق من العمود الجاف إلى المصباح، أما السلك الثاني في طريق العودة فلا حاجة له. وقد يقترح الأطفال بأن السلك الثاني هو سلك أمان أو عامل مساعد موجود فقط لجعل المصباح يضيء، ونتيجة لذلك فإنه ينصح باستخدام عمود جاف ذي طرفين واضحين. وعلى المعلم أن يقدم تفسيراً بأن المصباح يضيء بسبب حركة الطاقة الكهربائية خلاله، وهذا يجعل السلك الرفيع

بداخله ساخنا جدا، مما يسبب توهجه.

ولبداية ناجحة في أبحاث الكهرباء يمكن إمداد الأطفال بالأعمدة الجافة، والمصابيح، وسلكين مكشوفين، والطلب إلى الأطفال إيجاد طريقة لإضاءة المصباح. ولن ينجحوا إلا عندما يتم توصيل السلك الأول من طرف العمود الجاف إلى المصباح، والسلك الآخر يتم توصيله من قاعدة المصباح إلى الطرف الآخر من العمود. (شكل ١-٦ أ). وما أن ينجحوا فإنه يمكن إمدادهم بحامل مصباح، والطلب إليهم تكرار هذا النشاط مع وجود المصباح في الحامل (شكل ١-٦ ب). ومن الأفضل للمعلم أن يترن على إعادة وضع (تصليح) الحوامل مسبقا، حيث يقوم الأطفال في بعض الأحيان بفك (فصل) الحوامل خلال محاولاتهم لحل المشاكل.

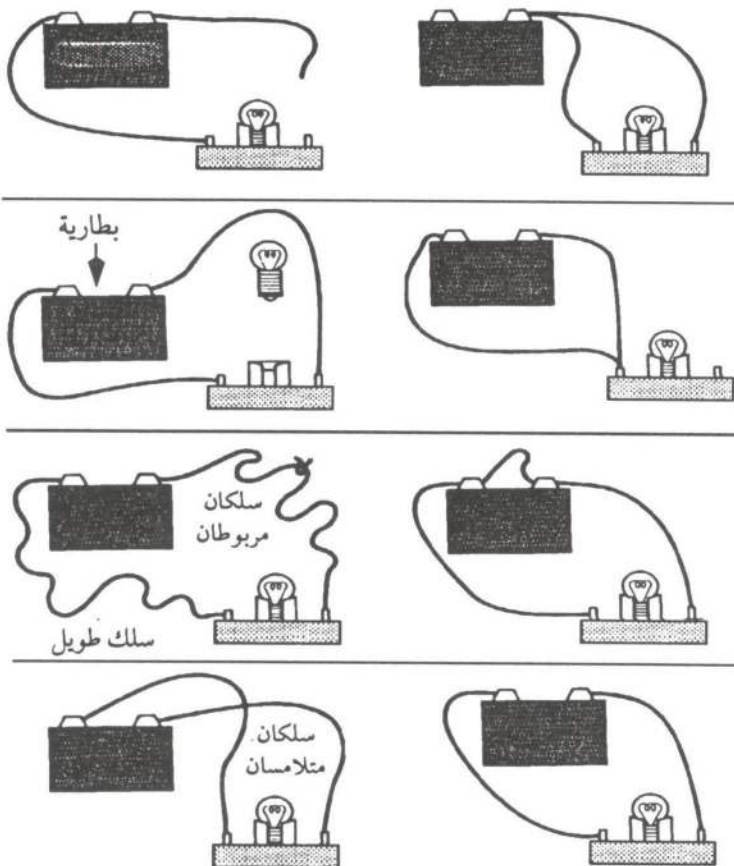


شكل (١-٦) إضاءة المصباح

وتزويد الأطفال بورقة عمل تحتوي على بعض المشاكل البسيطة تساعدهم على اكتشاف العوامل اللازمة لإضاءة المصباح (شكل ٢-٦). وإذا حاول الأطفال التنبؤ بما سوف يحدث قبل البدء بإعداد الدائرة فإن ذلك سيجعلهم أكثر قدرة على التفكير بدقة حول ملاحظاتهم. فمن الضروري وجود الدائرة الكاملة من أحد قطبي العمود الجاف إلى القطب الآخر. كما أن الكهرباء

ستسلك أقصر الطرق وأسهلها، وبذلك فقد تتجنب المرور بالمصباح، وسوف يحدث هذا عندما تتلاقى الأسلاك، مما يسبب التماس الكهربائي (الشورت)، أو عندما تكون إحدى الدوائر أقصر كثيرا من الدائرة الأخرى.

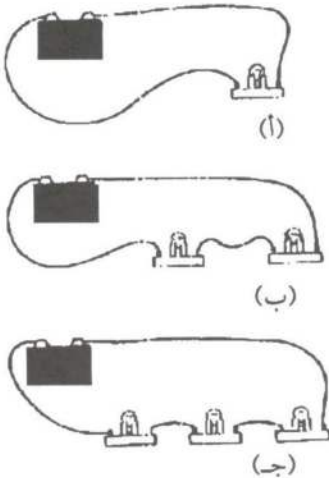
هل سيضيء المصباح؟ أخبر زميلك بما تعتقد أنه سيحدث، ولماذا، قبل أن تبدأ العمل. وعندما تحاول أن تعمل في جميع الأمثلة قم بعمل قائمة بالعوامل الضرورية لإضاءة المصباح.



(شكل ٦-٢) متى يضيء المصباح؟

مصباحان أو أكثر في الدائرة الكهربائية

عندما يتقن الأطفال صنع دائرة بمصباح واحد، يمكن محاولة إضاءة مصباحين أو ثلاثة، ومرة أخرى يمكن توجيه الأطفال للقيام بمهام مختلفة، تمكنهم من إدراك أنه كلما زادت المصابيح (واحداً بعد الآخر في السلك)، قلت إضاءة كل مصباح، فوجود مصباحين أو أكثر في الدائرة يمثل مقاومة أكثر فيها، ولذلك فإن الإضاءة ستكون أقل، أما إذا كانت المصابيح متصلة على التوازي، فإن كل دائرة ستكون منفصلة عن الأخرى، ولذلك تبقى المصابيح قوية في إضاءتها. ولكن في هذه الحالة، فإن البطارية^(١) ستستهلك بسرعة أكبر (شكل ٦-٤)، وقد يدرك الأطفال مميزات وعيوب كل طريقة من التوصيل، وأيهما أكثر ملاءمة للتوصيل في المنزل، حيث إنه إذا لم يتم توصيل مصابيح المنازل على التوازي، فإنه عند انطفاء مصباح واحد ستنطفئ المصابيح جميعاً.. وكجزء من النشاط، يمكن للفصل مقارنة الفترة التي تدومها البطاريات في كل نوع من الدوائر.



اعمل هذه الدوائر ولاحظ بدقة إضاءة كل مصباح.

١- إذا كان هناك مصباحان في دائرة، هل سيضيء المصباحان بنفس قوة المصباح الواحد؟

٢- ماذا يحدث لقوة الإضاءة عند وجود ثلاثة مصابيح؟

٣- ماذا - باعتقادك - سيحدث عند وجود أربعة مصابيح؟ جرب ذلك.

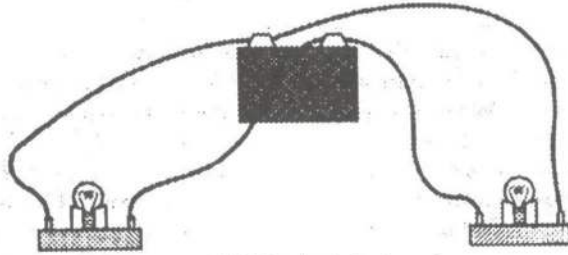
شكل (٦-٣) نموذج ورقة عمل: إضاءة أكثر من مصباح واحد

(١) البطارية: هي مجموعة من الأعمدة الكهربائية المتصلة على التوالي فإن كانت الأعمدة الكهربائية جافة فإنها تكون بطارية جافة، وإن كانت الأعمدة المتصلة سائلة فتكون بطارية سائلة. والغالب في المدارس هو عمل الطلبة على البطاريات الجافة، كما أن البطارية تطلق اصطلاحاً في كثير من الأحيان على العمود الجاف أو البطارية الجافة. وقد جاءت بهذا المعنى في كثير من المواضع في هذا الكتاب. «الترجمة».

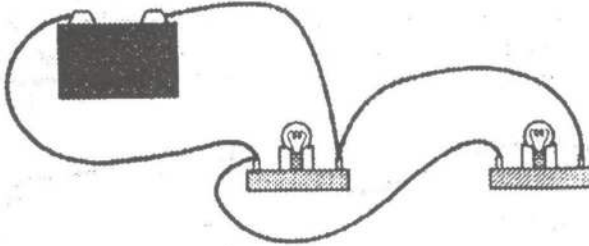
جرب هذه الطرق لإضاءة مصباحين



(أ) توصيل مصباحين على التوالي.



(ب) دائرتان مختلفتان.



(ج) توصيل المصابيح على التوازي.

- ١- هل بعض المصابيح أكثر إضاءة من الأخرى؟
- ٢- ماذا سيحدث في كل دائرة عند إزالة مصباح ، أو إذا انكسر المصباح؟
- ٣- أي الطرق هي الأفضل لإضاءة المنزل؟ ولماذا؟
- ٤- هل تستطيع إضاءة أربعة مصابيح؟

شكل (٤-٦) نموذج ورقة عمل: إيجاد أفضل طريقة لإضاءة مصباحين أو ثلاثة

إن من الضروري أن يدرك الأطفال أن البطاريات لها حياة محدودة، مما

سينبهم إلى أن معظم مصادر الطاقة غير متجددة، ولذلك يجب استخدامها بحرص، مما يقلل من مخاطر سرعة استهلاك البطاريات في المدرسة، من قبل الأطفال الذين لا يفصلون الأسلاك عن البطاريات في نهاية الدرس.

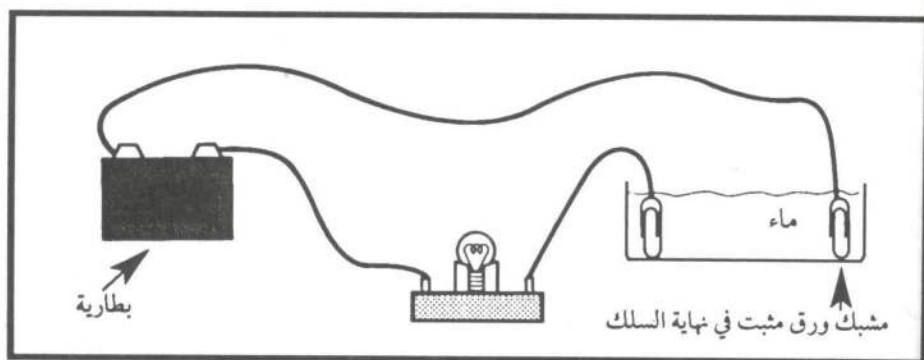
وعند شراء المصابيح والبطاريات للاستخدام المدرسي، فإن من الضروري الحصول على قطع متكافئة، فبعض البطاريات قوية جداً على المصابيح مما يسبب تلفها سريعاً، ومن جهة أخرى، فإن بعض البطاريات من الضعف بحيث إنها لا تستطيع إضاءة مصابيح معينة. وإذا أمكن فإنه يجب إمداد الأطفال بالبطاريات ذات الأشكال المختلفة، وذلك حتى يعي الأطفال الفرق بينها، وقد يبحث الأطفال استخدام البطاريات المختلفة من حيث: ما هو فرق الجهد الذي يحصلون عليه؟ هل تضيء المصابيح بنفس القوة؟ هل استخدام بطاريتين يجعل المصباح يضيء بقوة أكبر؟ هل طريقة توصيل البطاريات مع بعضها يشكل أي فرق في ذلك؟ ويمكن للأطفال دراسة التشابه والاختلاف في تشكيلة من المصابيح بالطريقة ذاتها، حيث إن الفحص الدقيق للمصابيح سيمكن الأطفال من ملاحظة السلك الرفيع في المصباح والذي يصبح متوهجاً من الحرارة وبالتالي يطلق الضوء.

العازلات والموصلات

لكي يكتشف الأطفال أنه ليست جميع المواد قابلة لتوصيل الكهرباء، فإنهم يحتاجون لعمل دائرة بسيطة لإضاءة المصباح مسبقاً، ثم بعد ذلك استبدال إحدى الأسلاك الموصلة بمواد أخرى مختلفة. ويمكنهم محاولة استخدام تشكيلة من المواد مثل: الخيط، والبلاستيك، وورق القصدير، وحالة السترة، وأربطة البلاستيك المطاطية، وصوف وخشب وزجاج وسيكتشف الأطفال أن

المواد المعدنية فقط هي التي توصل الكهرباء، وباستخدام هذه المعلومة يمكنهم محاولة اختراع طريقة لتغطية سلك مكشوف وذلك حتى لا يسبب تماساً كهربائياً (شورت) عند ملامسة سلك آخر مكشوف، وعادة ما يكون الأطفال مبتكرين جداً في ذلك، ويستخدمون تشكيلة متنوعة من المواد، تتراوح بين بعض أنواع المعكرونة، وأعواد المصاص، والأقمشة، والورق، والقطن والشريط اللاصق.. ثم يستطيع الأطفال بعد ذلك اختبار الأسلاك المعزولة وتعلم كيفية إعدادها للاستخدام.

يجب أن يعرف الأطفال أن الماء موصل جيد للكهرباء، وبذلك يمكنهم إدراك سبب عدم وضع الأجهزة الكهربائية في الحمام أو لمس مفتاح كهربائي بيد رطبة.. ويمكن إعداد دائرة بطارية ومصباح، كما هو موضح في شكل (٥-٦) لتوضيح ذلك، ويمكن تطبيق هذه الفكرة في منبة الفيضان، حيث كلما ارتفع مستوى سطح الماء فيه يتم تغطية نهايات الأسلاك ثم تنقل الكهرباء لطنان (Buzzer) (شبيه بالجرس الكهربائي) أو جرس عادي.



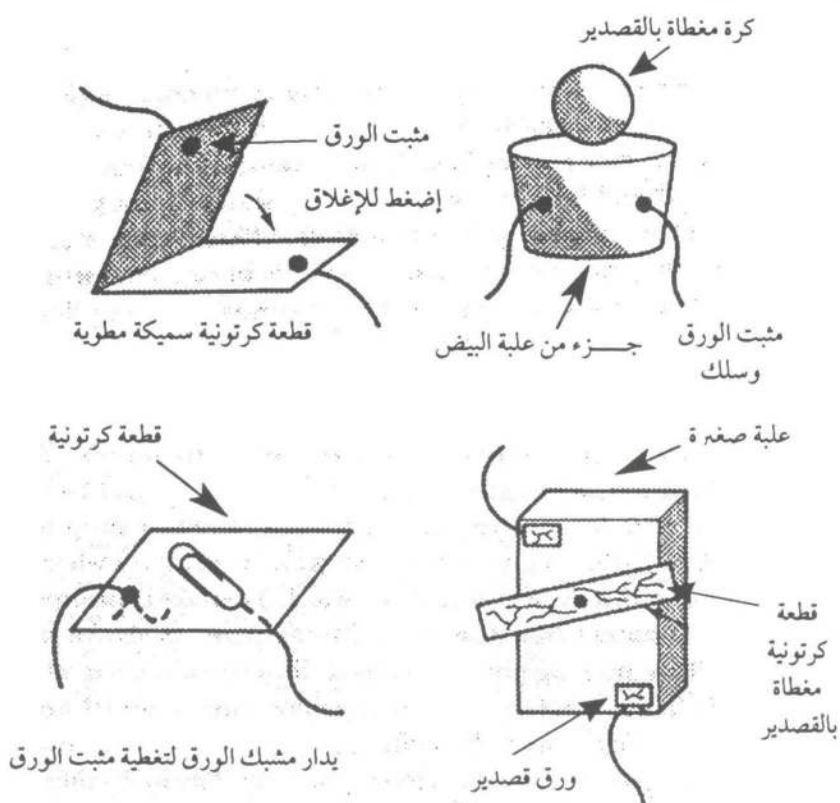
شكل (٥-٦) دائرة لتوضيح أن الماء موصل جيد للكهرباء

بعض المعادن تمثل موصلات أفضل من المعادن الأخرى، ومثال ذلك النحاس، والنحاس الأصفر (الصففر). ولكن حتى هذه المعادن تقل فاعليتها

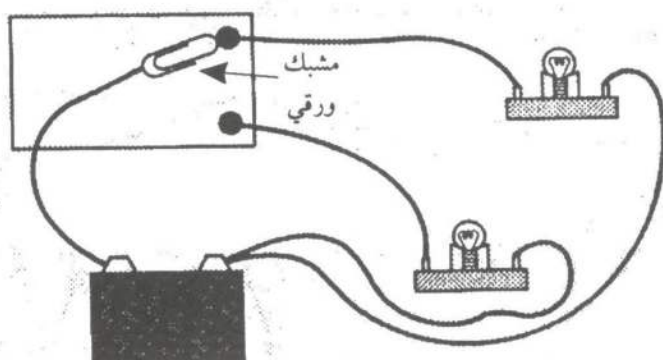
عندما تكون صدئة أو ملوثة بالشحم (مشحمة)؛ ويمكن توضيح ذلك للأطفال بإعطائهم مجموعة سبق إعدادها من المسامير الصدئة، والمصبوغة، والقدرة، والمشحمة، وتترك بعضها نظيفة.. وعندما يحاول الأطفال استخدام هذه المسامير في دوائرهم فيسكتشفون أن المعادن تكون أفضل توصيلاً عندما تكون نظيفة ولا معة والمواد الأخرى تعمل إما كعازلات أو تغير من سطح المعدن فيفقد نقاوته، وبذلك يمتلك الأطفال المعرفة الكافية لإدراك سبب عدم عمل أداة ما، كما يمكنهم محاولة فك مصباح اليد التالف ومحاولة إصلاحه.

المفاتيح الكهربائية

أبسط طرق التحكم بالكهرباء هي باستخدام المفاتيح الكهربائية (فتح/إغلاق)، ويمكن الطلب إلى الأطفال محاولة اختراع طريقة لعلاج قطع في السلك باستخدام مشابك الورق، ودبابيس الرسم، وورق القصدير، وقطع نقد معدنية، وسلك، وورق الكرتون وخشب البليزا (شكل ٦-٦ أ) كما يمكنهم إيجاد تأثير وضع المفتاح الكهربائي في أماكن مختلفة في الدوائر الكهربائية، وما أن يضع الأطفال المفتاح في دائرة كهربائية فيمكن للمعلم اقتراح أن يخترع الأطفال مفتاحاً كهربائياً ذا طريقين، لإضاءة كل من المصباحين الأحمر أو الأخضر، وإحدى الحلول الممكنة موضحة في شكل (٦-٦ ب).



شكل (٦-١٦) بعض المفاتيح الكهربائية الممكن عملها



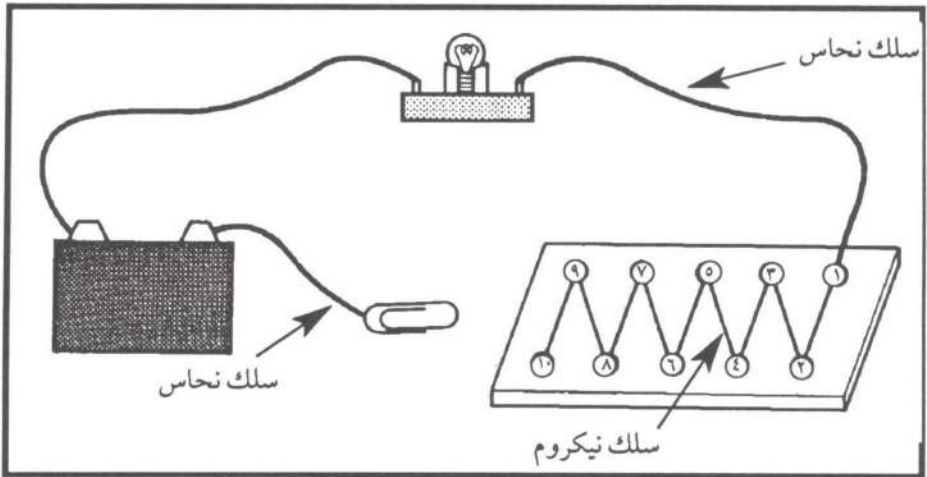
شكل (٦-٦ ب) مفتاح ذو طريقتين

شكل (٦-٦) المفاتيح الكهربائية

تغيير تدفق الكهرباء

بعض المعادن توصل الكهرباء أفضل بكثير من المعادن الأخرى وتستخدم هذه الخاصية في المفتاح الكهربائي المتدرج (أداة لإضعاف التيار الكهربائي تدريجياً) (المعتم).

وقد يملك بعض الأطفال مفتاحاً كهربائياً متدرجاً في غرف نومهم، إذا كانوا يفضلون عدم النوم في ظلام دامس، وقد يقترحون بعض الأماكن الأخرى التي تستخدم فيها هذه المفاتيح، ومثال ذلك في المسرح أو جناح في المستشفى.. ولصنع مفتاح متدرج جهز لوحة كهربائية ذات خط متعرج باستخدام سلك النيكروم (Nichrome) كما هو موضح في شكل (٦-٧) وعند لمس الدبوس رقم (١) تكتمل الدائرة ويضيء المصباح بقوة كبيرة. وعند لمس الدبابيس من (٢) إلى (١٠) ستدفع الكهرباء خلال سلك أطول من النيكروم، وهذا النوع من الأسلاك مقاوم للتيار الكهربائي، فكلما زاد طول السلك في الدائرة أصبحت الإضاءة أقل، وإذا صنع الأطفال لوحة مشابهة باستخدام سلك عادي للمقارنة فلن يجدوا هناك ضعفاً واضحاً للمصباح حيث إن هذا السلك يمثل مقاومة أقل.



(شكل ٦-٧) المفتاح الكهربائي المتدرج (المعتم)

صنع النماذج باستخدام الدوائر الكهربائية

عند سن الثامنة أو التاسعة من العمر يجب أن يكون لدى الأطفال خبرة كافية لصنع الدوائر الكهربائية والمفاتيح لتطبيق معرفتهم، وتستطيع مجموعات الأطفال المختلفة صنع نماذج متنوعة ذات تعقيدات مختلفة تعتمد على قدراتهم، ومن الأفضل أن يعطي الأطفال قدرا ضئيلا من المعلومات لكيفية صنع النماذج أما التصميم والمواد المستخدمة وطريقة التركيب والدائرة الكهربائية فإنها جزء من المشكلة التي يجب حلها، ومن النماذج التي يمكن صنعها:

* منارة ترسل إشارة ضوئية متقطعة

* مصباح يدوي بمفتاح.

* منزل دمية بمصباح واحد أو أكثر موصلة على التوالي، ويمكن للأطفال

الطموحين عمل تلفاز أو فرن يضيء.

* نموذج مسجد أو مدرسة بنوافذ من ورق الكليينكس الملون.

* مسرح مع إضاءة على مقدمة خشبته، وربما مصحوبا بمفتاح كهربائي

متدرج (معنام).

* سيارة بأضواء حمراء من خلفها، وأضواء بيضاء في مقدمتها.

* وحش بعيون ذات ضوء وميضى (١)

* جهاز لاختبار ثبات اليد بجرس أو طنان (Buzzer).

* لوحة اختبار تضییء او تطلق صوت جرس عندما تكون الإجابة

صحيحة.

* إشارة المرور الضوئية ذات ترتيب الألوان أحمر، أحمر كهربائي (أصفر

ضارب للحمرة) ثم أخضر ثم كهربائي.

(١) الضوء الوميضي : ضوء ذو لمعان متفاوت وبصورة نظامية (المترجمة)

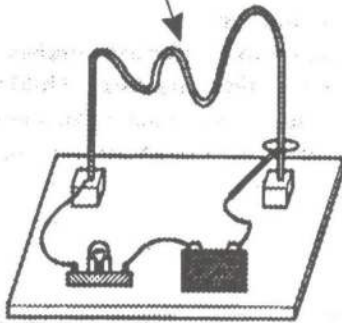
- * جهاز بث شفرة (المورس) مستخدما كلا من الضوء أو الطنان.
- * مفتاح تنبيه يكشف قدوم الزوار، أو يحمي جسما ثميناً من السرقة.
- * نظام تنبيه من الفيضان.

استخدام الكهرباء

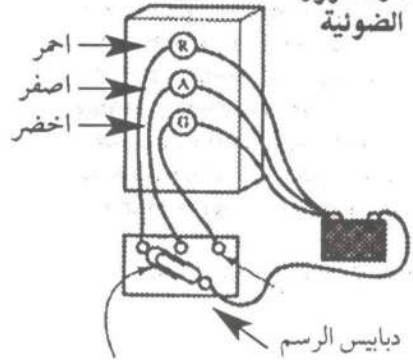
الكهرباء مصدر للطاقة يُستخدم في توليد الضوء، والصوت، والحرارة والحركة ويستطيع الأطفال جمع صور عن الأجهزة الكهربائية المختلفة من (الكتالوجات) الفهارس المصورة، وترتيبها بطرق مختلفة. وسيكون الأطفال قد حصلوا على خبرة استخدام الكهرباء لإنتاج الضوء والصوت باستخدام كل من المصابيح والأجراس والطنان في دوائرهم، وقد يلاحظون ان المصابيح تصبح ساخنة عند اضاءتها. ولادراك كيف يمكن استخدام الكهرباء في إيجاد الحركة، يحتاج الاطفال في نهاية الحلقة الثانية لاستكشاف الكهرومغناطيسية.

جهاز اختبار ثبات اليد

سلك صلب (يصلح لذلك علاقة معطف قديم)

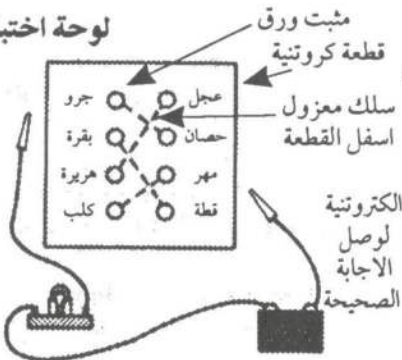


إشارة المرور الضوئية



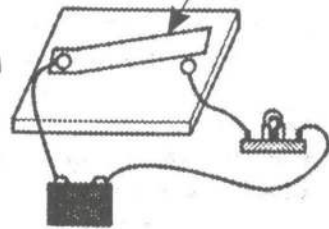
يتم تحريك المشبك الورقي لتغيير الضوء وإذا كانت دبائس الرسم للونين (الأحمر والأصفر) متقاربة فسيضيء المصباحان معا

لوحة اختبار



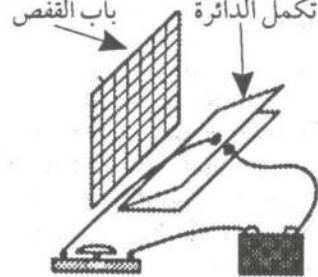
(باعث اشارات المورس)

قطعة رفيقة من المعدن تدفع للأسفل لأكمال الدائرة

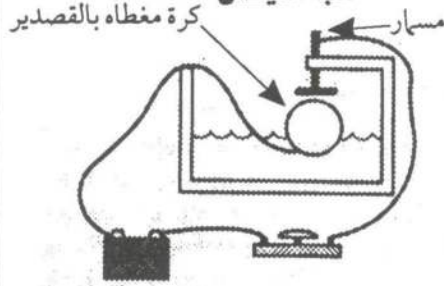


منبه الباب (لهروب حيوان اليف)

قطعة كروتينية سميكة تنطبق على بعضها بفعل ثقل الحيوان، وبالتالي تكمل الدائرة باب القفص



منبه الفيضان



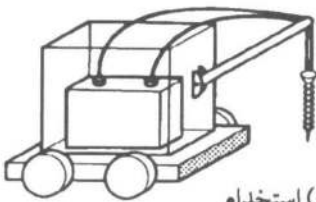
عندما ترتفع الكرة المغطاه بورق القصدير، فإنها تلامس المسبار وبالتالي تكمل الدائرة

شكل (٨٦) نماذج الدوائر الكهربائية

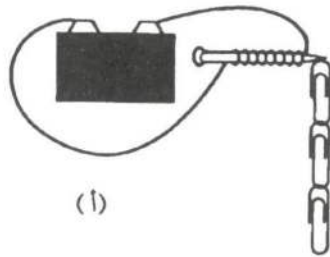
استخدام الكهرباء لصنع المغناطيس

يمكن صنع المغناطيس من المواد المغناطيسية فقط، مثل: الحديد، والفولاذ، والكوبلت والنيكل، حيث يلف الأطفال سلكا معزولا حول مسمار حديدي عشرين مرة تقريبا، ولا يؤثر هنا إذا كانت اللفات متداخلة مع بعضها (شكل ٩٦ أ) وعند توصيل الأسلاك للعمود الجاف، فإن المسمار سيعمل كمغناطيس، ويمكن أن يختبر الأطفال تأثير عدد اللفات المختلفة حول المسمار، حيث يمكنهم إيجاد عدد مشابك الورق التي يلتقطها المسمار عند وجود (١٠ و ٢٠ و ٢٥) لفة أو أكثر كما يستطيع الأطفال بحث ما يحدث عند استخدام عمودين جافين متصلين معا، أو ماذا يحدث عند قطع التيار؟ أو ما إذا كانت الأنواع الأخرى من المعادن أو غيرها من المواد تعمل كمغناطيسات كهربائية؟

ويستطيع الأطفال عمل رافعة تستخدم المغناطيسات الكهربائية (شكل ٩٦ ب) وعند غلق الدائرة الكهربائية (لتوصيلها) فانها ترفع الفولاذ أو الحديد وتسقطها عند فتح الدائرة الكهربائية (قطعها). فالمغناطيسات الكهربائية تستخدم لنقل برادة الحديد والفولاذ في افران الكهرباء، حيث ان لها القدرة على منع دخول المعادن الاخرى والشوائب غير المعدنية الى هذه الافران.



(ب) استخدام
المغناطيس الكهربائي في
نموذج رافعة

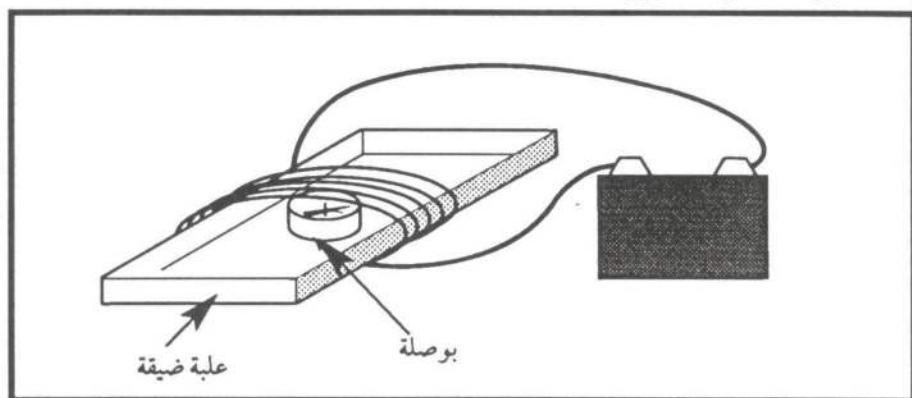


(أ)

شكل (٩٦) صنع المغناطيس الكهربائي.

هذه الأنواع من الأنشطة تسبب الاستهلاك السريع للأعمدة الجافة، ويجب أن يحذر الأطفال من أن ذلك قد يؤثر على نتائجهم، ولذلك يجب أن يكونوا حريصين في استخدام أعمدتهم؛ ولهذا السبب فإن بعض الأنشطة قد تحتاج لأدائها في مجموعات كبيرة نوعاً ما، بحيث تكون تحت الملاحظة.

من الأنشطة السابقة يحتمل أن يكون الأطفال قد لاحظوا أن المغناطيسات تسبب انحراف مؤشر البوصلة، والمغناطيس الكهربائي له التأثير نفسه. ويمكن توضيح ذلك عندما يلف الأطفال سلكاً حول علبة ضيقة حوالي ست مرات، يضعون البوصلة داخل العلبة بحيث تكون إبرة المغناطيس موازية للسلك (شكل ٦-١٠)، وعند توصيل نهايات السلك إلى البطارية فإن الإبرة ستتحرك إلى جهة معينة، ويمكنهم التوسع في بحثهم بتسجيل ما سوف يحدث عند تغيير الأسلاك حول الأقطاب المختلفة، وسيكتشفون أنه كلما زادت عدد اللفات يزداد انحراف الإبرة.

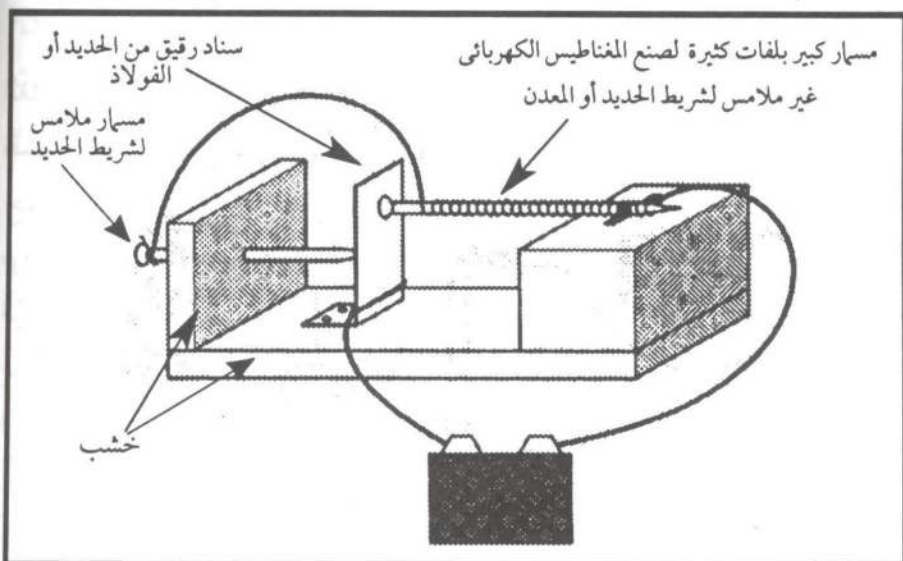


شكل (٦-١٠) تأثير المغناطيس الكهربائي على البوصلة. ويمكن استخدام المغناطيس الكهربائي لصنع الطنان الذي يوضح أن الكهرباء تستخدم في توليد كل من الحركة والصوت، فعند توصيل الكهرباء فإن الشريط المعدني ينجذب نحو المغناطيس الكهربائي، مما سيؤدي إلى قطع الدائرة وبذلك يقفز الشريط إلى الخلف مما يعمل على إكمال الدائرة الكهربائية.

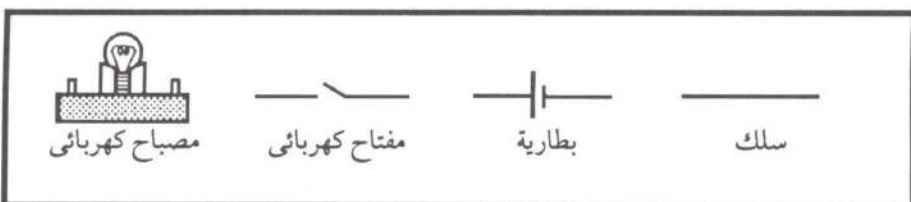
مرة أخرى.. وتكرار ذلك بسرعة يسبب صوت الطنان المزعج (شكل ١١-٦).

رسم وتدوين الدوائر الكهربائية

عندما يسجل الأطفال ما يكتشفونه، أو عندما يعدون تصميمًا لنموذج تجربة، فإنه يمكنهم في البداية استخدام طريقتهم الخاصة في عرض الأجزاء المختلفة من الدائرة، ثم بعد ذلك يمكن مناقشة الرموز المختلفة، ومقارنتها مع رموز أو شفرات



شكل (١١-٦) كيف تستخدم الكهرباء في توليد الحركة والصوت على خريطة للطقس. والرمز الجيد يجب أن يوحى بالجسم الأصلي، كما يجب أن يستخرج (أو يستنسج) بسهولة وسرعة، ولا يسهل خلطه أو تشويشه مع الرموز الأخرى، وفي حالة الكهرباء يجب أن تكون الرموز قابلة للجمع والربط مع الرموز الأخرى لتوضيح الدوائر المختلفة، والرموز المتعارف عليها في الاستخدامات العامة للكهرباء موضحه في شكل (١٢-٦).



شكل (١٢-٦) رموز متعارف عليها في الدوائر الكهربائية

الفصل السابع

الصوت والموسيقى

الصوت والموسيقى

الحلقة الأولى والثانية في المرحلة الابتدائية

إن منهج الدراسة القومي يوجب استكشاف الأطفال للأصوات في محيطهم، والبحث عن مصادرها واستخداماتها وإيجاد طرق لتصنيف هذه الأصوات وتلك التي تنتجها الأدوات الموسيقية، كما يجب دراسة الأدوات الموسيقية البسيطة وصناعتها بهدف مساعدة الأطفال، لفهم أن الصوت يمكن إصداره بطرق مختلفة.

والأنشطة الاستكشافية في بداية المرحلة الثانية يجب أن توسع هذا الأساس، لمساعدة الأطفال علي فهم أن الأصوات التي يمكن إصدارها بالأجسام المهتزة يمكن تغييرها بتغيير المواد، والحجم، والتردد وأنه يمكنها الانتقال خلال الأوساط المختلفة؛ وفي سنوات لاحقة يجب عليهم دراسة تأثير الأصوات والضوضاء على نوعية البيئة.

السنوات الأولى

الأصوات في البيئة

بالرغم من أن الاطفال مدركون للعديد من الأصوات في البيئة، إلا أنهم نادرا ما يستمعون إليها بإمعان للتمييز بينها ووصفها. ويمكن للعديد من الأنشطة أن تزيد من إدراكهم للأصوات المختلفة بطريقة ممتعة. وقد يدهش الأطفال من عدد الأشياء التي يمكنهم سماعها لو حاولوا البقاء ساكنين تماما

لدقيقتين أو ثلاث دقائق، كحركة قلم الرصاص على الورق، والتنفس، ودقات القلب، وحركة الحيوان الأليف في الفصل، والسعال .. الخ .. من هذه البداية يمكنهم كتابة قصة أو شعر، أو رسم صور، أو عمل جدول بالأصوات التي يمكنهم سماعها في المدرسة منذ الصباح الباكر حيث يصل حارس المدرسة، وطوال اليوم ويتضمن ذلك الأصوات التقليدية التي يمكن سماعها عند وصول الأطفال ، وفي الفصل، وساحة المدرسة، والمطعم والردهات.

والأنشطة التي تشجع الأطفال على وصف الأصوات ومحاولة التنبؤ بمصدرها يمكن أن تتضمن ألعاب التنبؤ والتي يُسقط فيها أحد الأطفال جسماً ، أو يحركه خلف شاشة ليتعرفه الأطفال الآخرون، ومحاولة التنبؤ بما هو موجود في الأوعية المختلفة، أو التنبؤ بما يحدث من خلال شريط تسجيل للمهام المنزلية الاعتيادية. وما أن يتمكن الأطفال من تمييز الأصوات ووصفها يمكنهم الخروج في نزهة على الأقدام حول المدرسة، وما هو محيط بها للاستماع، حيث يمكنهم سماع صوت المرور، والآلات والطيور، والخطوات، وحركة الرياح وغيرها. ويمكن لمجموعة من الأطفال إعداد تسجيلهم الخاص عن الأصوات الاعتيادية في الجوار.

ويمكن تصنيف الأصوات بطرق متنوعة، فقد يقترح الأطفال وصفها على أنها أصوات لطيفة أو غير ذلك ، عالية أو منخفضة، مدوية أو خافتة، ويمكن لمجموعة أصوات التحذير أن تتضمن إنذارات الحرائق، وسيارات الإسعاف، وصافرات سيارات الشرطة، ومكائن الحرائق، والأطفال وهم يكون أو يصرخون، وضجيج صوت الحيوانات، مثل الصوت الناتج عن

حك الأرناب بإبهامها باطن قدمها، وصرخة حيوان العضل المدوية. ومناقشة حول الحيوانات الأليفة ستساعد الأطفال على إدراك أن الحيوانات لا تصدر هذا الضجيج للتحذير فقط، بل قد تصدرها أيضا للتعبير عن السعادة، وطلب الطعام، وإخافة أعدائها، واجتذاب أليفها.

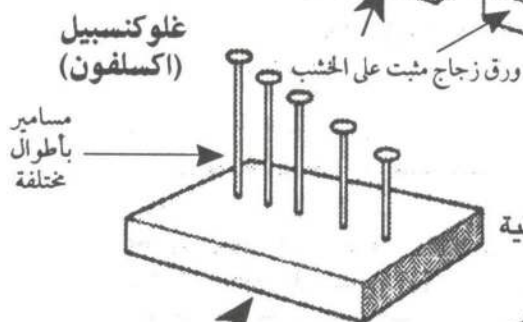
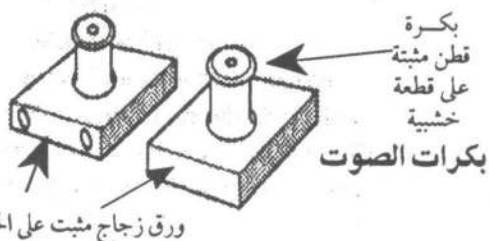
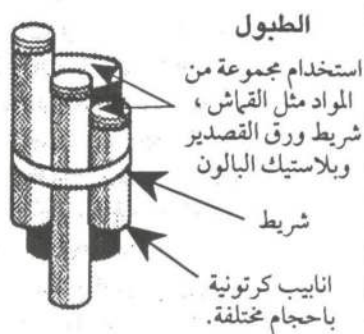
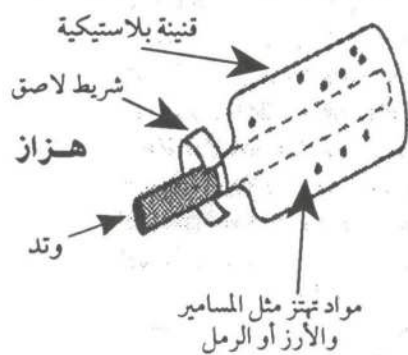
ويُصدر الناس أصواتا متنوعة، ويمكن للأطفال محاولة إصدار أصوات مختلفة بأجزاء أجسامهم المختلفة مثل التصفيق وطققة الأصابع، والضرب بالأرجل بخفة أو الضرب بقوة بأخص القدم، إلا أن معظم الأصوات الإنسانية (Voice) تصدر عن الحنجرة للكلام، أو الضحك والبكاء، أو الغناء، فإذا وضع الأطفال أيديهم على حنجرتهم خلال غنائهم أو حديثهم فسيشعرون بذبذبتها، حيث إنه خلال الشهيق تبتعد الحبال الصوتية عن بعضها أما عند الحديث فإنها تقترب من بعضها، وبذلك فإنها تعيق جزئيا الهواء الذي نخرجه للخارج في عملية الزفير. ويمكن عرض فعل مشابه لذلك بإصدار الأصوات عن طريق خروج الهواء من بالونة منفوخة، مع شد عنق البالون إلى الجوانب. كما يجب أن يلاحظ الأطفال أن اللسان يتحرك أيضا لإصدار أنواع مختلفة من الأصوات، وإذا كان هناك أطفال يتحدثون لغات مختلفة في الصف، فيمكنهم محاولة المقارنة بين أنواع الأصوات التي يصدرها كل منهم.

فحص الأدوات الموسيقية

يمكن حث الأطفال على التفكير في كيفية إصدار الصوت عن طريق محاولة وصف وتصنيف مجموعة من الأدوات الموسيقية. والأفضل أن تشمل

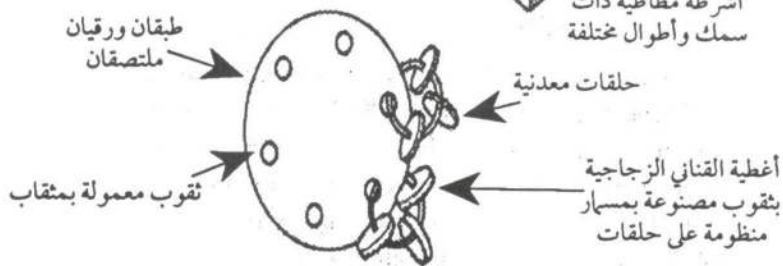
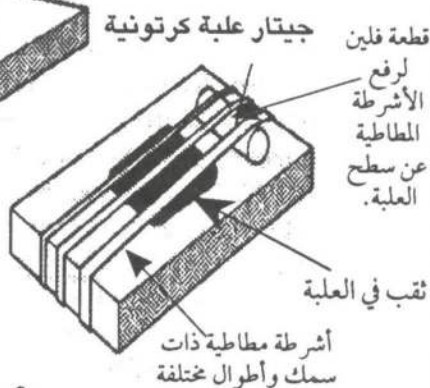
المجموعة أدوات شائعة في الثقافات المختلفة، إلى جانب تلك المتاحة عادة في المدارس وفي البداية يستطيع كل طفل محاولة إيجاد طريقة مختلفة لعزف الآلة الواحدة، فالطبل أو الدف الصغير يمكن هزه بمعدلات مختلفة، ويمكن طرق الخشب أو المعدن أو الجلد أو ضربه بطرق مختلفة، كما أن النفخ سيتج صوتا كذلك وعندما يحاول الأطفال شرح كيفية حدوث الضوضاء، فمن المرجح أن يتعرفوا الطرق الرئيسة للعزف على الآلات مثل الطرق والنفخ والضرب الخفيف والهز أو الاحتكاك.

كما أن عمل الأصوات لمصاحبة القصص يساعد الأطفال على التفكير في الطرق المختلفة لصنعها. ويستطيع المعلم سرد قصة، ويطلب من الأطفال اقتراح صنع أصوات مصاحبة من مجموعة من المواد الخردة؛ ومن هذه الخبرات يستطيع الأطفال صنع آلاتهم الخاصة من المواد الخردة. أو قد يقرر المعلم إمدادهم بمزيد من الأنشطة المنظمة، بحيث يصنع مجموعات الأطفال المختلفة أنواعا مختلفة من الآلات، والتي يمكنهم استخدامها لمصاحبة قصص الأطفال الخاصة (شكل ٧-١). (انظر الشكل ص ١٩٩).



قطعة من الخشب ذات
سمك كاف لتثبيت أكبر
مسمار دون أن تنكسر.

الرق



شكل (١-٧) عمل الآلات

الحلقة الثانية في المرحلة الابتدائية

يمكن دمج الكثير من أنشطة الصوت في السنوات الأولى من المرحلة الابتدائية، وما يليها من سنوات في كل من أنشطة الموسيقى والغناء . ولإدراك المفاهيم العلمية، فلا بد أن يفرق الأطفال بين كل من الأصوات الحادة والغليظة، والقوية والضعيفة، ومن المرجح أن أفضل طريقة لتطوير هذه المهارات هو من خلال الأنشطة الموسيقية العامة.

الصوت والاهتزازات

يصدر الصوت عند اهتزاز الجسم، فعند الطرق على الطبل يستطيع الأطفال الاحساس باهتزاز الغشاء الجلدي، ووضع إصبع في أعلاه سيوقف الاهتزازات أو يبطئها مما يوضح العلاقة بين الصوت والاهتزاز. فإذا وضع الأطفال مسطرة على المنضدة بحيث تمتد فوق الحافة، ويتم ثنيها ثم يطلق هذا الجزء حرًا، فإنه سيهتز أيضا ويصدر صوتا. وبطريقة مشابهة فإنه عند سحب رباط مطاطي مشدود سوف يهتز بسرعة ويصدر صوتا، وعندما تكون الاهتزازات سريعة فسوف تصدر اصواتا حادة، وعندما تكون بطيئة فسوف تصدر أصواتا غليظة، ولا يستطيع الانسان سماع جميع الاصوات؛ وقد يعرف الأطفال مسبقا عن صافرات الكلاب التي تبدو وكأنها لا تصدر أي صوت ولكن الكلاب تسمعها وتستجيب لها.

وبدون الاهتزازات لا يمكن إصدار الصوت، فعندما يرق جرس الدراجة يستطيع الأطفال رؤية المطرقة تهز الغطاء، وعندما يمسك الغطاء لإيقاف الاهتزازات، فإن الصوت ينخفض أيضا. واهتزاز الجرس يسبب اهتزاز الهواء

حوله، وحركة موجات الصوت للخارج، وكلما زادت المسافة التي تنتقل فيها الموجات الصوتية ستصبح أضعف، ولذلك فالصوت البعيد لا يسمع بوضوح مثل الصوت القريب. وبالرغم من أن الأطفال لا يمكنهم رؤية الموجات الصوتية خلال الهواء، إلا أنه يمكنهم رؤية ما يحدث عند إسقاط بلية أو قطرة ماء في بركة أو حوض ماء كبير، حيث تتحرك الموجات الدائرية للخارج بعيدا عن نقطة التلامس بنفس طريقة الموجات الصوتية، وإذا تم إسقاط صخرة كبيرة في الماء فإن صوت تناثر الماء سيكون أقوى والموجات أكبر وستتحرك للخارج لمسافة أبعد.

وبملاحظة الموجات بدقة قد يتمكن الأطفال من معرفة أن الموجات تختلف في السرعة والارتفاع والقرب من بعضها، كما أن الموجات تختلف في حجمها أيضا.

وعندما ينفخ الأطفال بالوننا يمكنهم إدراك أن الهواء مادة، وأنها نشيطة وخفيفة الحركة، وعند تقريب البالون من آذانهم وطرقه بخفة سيسمعون صوتا، حيث إن كل طريقة تضغط على خارج البالون، مما يؤدي لتضاغط جزئيات الهواء، وعمل موجة فيه بنفس الطريقة التي يولد بها الطرق الموج على سطح الماء.

والجبل المهتز قد يساعد الأطفال على فهم كيف أن الموجات تتحرك خلال المادة دون تحريكها فعليا للأمام، فيحمل طفلان جبلا مشدودا، ثم يقومون بعمل موجة في أحد أطرافه بالهز، وسيلاحظ الأطفال حركة الموجة عند انتقالها للأسفل والأعلى على طول الجبل.

ويمكنهم محاولة صنع موجات صغيرة وكبيرة، وسيستتجون أن هز الجبل

الطويل سيستج عنه اهتزازات طويلة، والجل القصير سيستج عنه اهتزازات قصيرة.

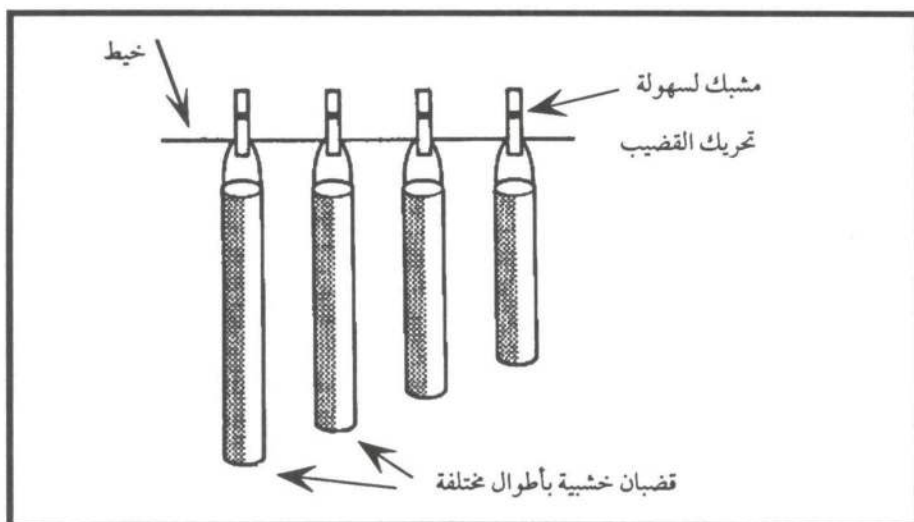
والموجات الصوتية القصيرة ستعمل بالطبع اهتزازات أكثر خلال الثانية الواحدة؛ ولذلك تصدر نغمة أكثر حدة من الموجات الطويلة، وهي تتولد في المواد القصيرة الرفيعة والمشدودة، ويمكن إيجاد هذه العلاقة في آلات موسيقية مختلفة، فالأوتار الرفيعة القصيرة للجيتار تنتج نغمات حادة، وكذلك تعمل كل من أعمدة الهواء في آلة النفخ الموسيقية، وأغشية الطبل الصغيرة الرقيقة المشدودة، ويمكن إمداد الأطفال بالعديد من الأنشطة لاكتشاف هذه العلاقة بأنفسهم.

الصوت والطول

إن العلاقة بين الطول واختلاف درجة النغمة أو طبقة الصوت، يمكن بحثها بتجربة مجموعة من القضبان الخشبية المصنوعة من أوتاد مقطوعة بأطوال مختلفة، وإذا كان لكل قضيب عقدة خيطية مثبتة بمشبك في إحدى أطرافها، فيمكن للأطفال تحريكها بسهولة على حبل رفيع، ويمكن بعد ذلك ترتيبها بحيث تكون أكثرها حدة في أحد الأطراف، والأكثر غلظة في الطرف الآخر «شكل ٧-٢».

والقضبان المصنوعة من الأنابيب المعدنية ستصدر أصواتا مختلفة، كما أنها توضح أيضا أن أطول القطع تصدر أغلظ الأصوات، وإذا صنع الأطفال الغلوكسنيل (آلة موسيقية مؤلفة من قضبان حديدية متدلية تضرب بمطرقتين) (شكل ٧-١)، فسيلاحظون مرة أخرى أن أطول المسامير تصنع أغلظ

الأصوات، ولعرفة إن كان الأطفال يستطيعون تطبيق هذه المعلومة، يمكن الطلب منهم تثبيت مسطرة على حافة منضدة بمشبك (Clamp) والتنبيه بالأصوات المختلفة التي ستصدر عند تغيير طول الجزء الممتد من المسطرة، ثم يقوم الأطفال بتنفيذ النشاط لاختبار تنبؤاتهم.



شكل (٢-٧) بحث العلاقة بين الطول والصوت

الصوت والسلك

يمكن اختبار الأزواج المختلفة من الأوتار ذات الطول نفسه، ولكن بسلك مختلف للتحقق مما إذا كان سمك المادة له أي تأثير على الصوت، وكل زوج يجب أن يقرع أو يرتب حسب النغمة التي يصدرها، وبطريقة مشابهة يمكن طرق المسامير ذات الطول نفسه، ولكن بسلك مختلف في قطعة خشب حسب نغمتها، وسيكتشف الأطفال بأن أسمك القضبان والمسامير ستنتج أغلظ النغمات. وبطريقة مشابهة فإن الوتر السميك في البيانو أو الجيتار يصدر أصواتاً أغلظ من تلك التي يصدرها الوتر الرفيع من الطول نفسه لأنه أثقل،

وبالتالي لن يهتز بالسرعة نفسها.

ويمكن اختبار تأثير دمج كل من السمك والطول معا باستخدام الأربطة المطاطية، حيث يمكن للأطفال وضع أربطة حول علبة كرتونية لمقارنة الأصوات المختلفة التي تصدرها. وفي البداية يجب أن يكونوا حريصين على تغيير متغير واحد في الوقت الواحد، فإذا كانوا يقارنون السمك، فيجب أن يبقى الطول نفسه. وفيما بعد يمكنهم دمج المتغيرات ومقارنة الأصوات الناتجة عن كل من الرباط الطويل السميك، والطويل الرفيع، القصير السميك، والقصير الرفيع، وسوف يفهم الأطفال من هذه الأنشطة لماذا تكون الآلات الوترية ذات الأصوات الغليظة لا تحوي أوتارا أطول فقط، بل أسمك أيضا.

الصوت والشد

والشد يؤثر كذلك على صوت الآلات الوترية، فإذا وضع شريط مطاطي على خطاف فوق كرسي، ثم نقر عندما يكون راخيا (غير محكم الإثبات)، ثم يتم شده بعد ذلك بانتظام ونقره، فسيصدر أصواتا تتزايد في حدتها في كل مرة.

المسافات وسرعة الصوت

يستطيع الأطفال تجربة المسافة التي ينتقل خلالها الصوت، حيث يمكن الطلب من مجموعات منهم تصميم وتنفيذ تجربة لاكتشاف المدي الذي سيتقله صوت تكة ساعة الحائط، وهنا قد يحاولون الاستماع من مسافات مختلفة يتحركون فيها بعيدا عن مصدر الصوت، ليحددوا متى يتوقفون عن سماع الصوت.. وعند تنفيذ التجربة يمكن ملاحظة أن بعض الأطفال في المجموعة أفضل سمعا للصوت من الآخرين، وهذا سيمكن المعلم من مناقشة أهمية

التعرف على جميع المتغيرات التي تؤثر على الملاحظة الواحدة. وبعد المناقشة قد يصبح الأطفال قادرين على اقتراح بعض العوامل التي تؤثر على المسافة التي ينتقل فيها الصوت، مثل ملاحظة المشاركين في التجربة لنوعية الجسم الذي وضعت عليه ساعة الحائط، إذا كانت الساعة قد كتم صوتها، أو إذا ما كان هناك أي حاجز بين الصوت والمستمع، وهكذا... ويمكن اختبار تأثير هذه العوامل المختلفة بوساطة مجموعات الأطفال المختلفة، حيث يتم التأكد من أن كل مجموعة تقوم باختبار متغير واحد فقط.

إن من الصعب شرح أن الصوت يستغرق وقتا لانتقاله للأطفال، حيث يظهر لهم الصوت فوراً من المواقف التي تحدث لهم، إلا أنه يمكن دراسة هذه الفكرة من خلال العاصفة الرعدية، فبالرغم من أن الرعد هو الصوت الذي يصدر عن الشرارة الكهربائية التي تنتج البرق^(١)، إلا أنه عادة ما يُسمع بعد ظهور البرق، وذلك لأن الضوء ينتقل بسرعة أكبر من الصوت، وزيادة الفترة بين رؤية البرق وسماع الرعد تعني زيادة المسافة عن مكان حدوث العاصفة الرعدية، وبما أن الصوت ينتقل مسافة ١ كم كل ٣ ثوان، فيمكن للأطفال عد الثواني التي تمر بين رؤية البرق وسماع صوت الرعد، واستنتاج البعد الذي توجد فيه العاصفة.

وهناك ثلاثة شروط ضرورية لسماع الصوت: الحاجة لشيء يقوم بعمل الاهتزازات، التي تنتقل خلال مادة ما، وأخيراً مستقبل أو أذن تلتقط وتذكر معنى هذه الاهتزازات.

(١) عند حدوث البرق يسخن الهواء فيمتد بسرعة ويقل الضغط فيندفع الهواء المجاور إلى منطقة الضغط المنخفض فيسبب اندفاع الهواء صوتاً شديداً يسمى الرعد (الترجمة) من كتاب العلوم للصف الرابع المتوسط ط ١٩٨٩-٨٨ م.

بحث الأوساط التي تسمح بانتقال الصوت

بما أن الأصوات تنتقل بالاهتزازات، فإنه لا يمكن سماعها في الفراغ، ونتيجة لذلك فإن الرسائل في الفضاء يجب إرسالها بوسائل أخرى، مثل الإشارات الكهربائية أو الراديو.

والكثير من الأطفال يميل للاعتقاد بأن الصوت ينتقل في الهواء فقط، في حين أنه ينتقل بصورة أفضل فعلياً في كل من السوائل والمواد الصلبة، لأن الجزيئات فيها أقرب إلى بعضها بعضاً فلا يفقد جزء كبير من الطاقة في الحركة الموجية عند دفع الجزيئات القريبة، وبذلك يكون الصوت أعلى، ويصل لمسافات أبعد.

ويستطيع الأطفال الاستماع للأصوات خلال مواد مختلفة ليقرروا بأنفسهم إذا كان الصوت يمكنه الانتقال في الأشياء المختلفة، فإذا وضعوا آذانهم على طاولة ثم طرّقوا بخفة على سطح الطاولة، يمكنهم سماع صوت أقوى من الذي يسمعون عند رفع رؤوسهم بعيداً عن الطاولة. ويستطيع كل طفل إجراء التجربة باستخدام أنابيب الماء والدرايزين الحديد، حيث يطرق أحد الأطفال على الحديد بعصاة، في حين يقف الآخر على بعد مسافة معينة، ويقارن قوة الصوت الصادر عندما تكون آذانهم على الدرايزين أو الأنابيب، مقارنة بتلك التي يسمعونها وهم يقفون بعيداً عنها. كما يستطيع الأطفال اكتشاف أن السوائل تنقل الصوت بطرق قطعة معدنية بمطرقة أسفل الماء، في حين يستمع الأطفال وآذانهم ملاصقة لحوض الماء، ثم بعد ذلك وهم بعيدون عنه.

ولتوضيح أن الصوت ينتقل خلال المواد الصلبة بصورة أفضل من الهواء،

يمكن استخدام زوج من الهوائى المصنوعة من علب الزبادى الكرتونية وقطعة
جبلى طويلى؁ حيث يربط الجبلى خلال ثقب فى أسفل كل وعاء؁ ثم يبتعد كل
طفلى عن الآخر حاملا الوعاء فى يده إلى أن يصبح الجبلى مشدودا؁ ثم يضع
الوعاء على أذنه عندما يتكلم زميله فى الوعاء الآخر؁ ويستطيعون بعد ذلك
اكتشاف ما سوف يحدث عندما يكون الجبلى غير مشدود؁ أو ما إذا كان الجبلى
السبك أكثر فعالية من الجبلى الرفيع؁ أو إذا ما كان بالإمكان استخدام السبك
بدلا من الجبلى.. والجبلى المشدودة الصلبة تعمل بطريقة أفضل من تلك الأنواع
اللبنة المرتخية.

ويمكن بحث فعالية المواد المختلفة باستخدام مصدر صوت مستمر؁
كساعة الحائط؁ أو محرك كهربائى يعمل ببطارية؁ وقضبان أو أشرطة من الأوتدة
الخشبية أو المعدنية؁ أو البلاستيكية؁ أو الأقمشة؁ أو القطن؁ أو الصوف؁ أو
البوليستر؁ فعندما تكون الأشرطة بطول متر واحد تقريبا ويوضع طرفها على
مصدر الصوت مع وضع الطرف الآخر بجانب الأذن (ولكن ليس داخله)؁
فسيكشف الأطفال أن الأصوات الصادرة عن الأجسام الصلبة القاسية تكون
هى الأقوى بكثير.

زيادة شدة الصوت

ما أن ينشأ الصوت فإنه يتحرك من مصدره فى جميع الجهات؁ وإذا أمكن
توجيه الحركة فى جهة واحدة؁ فإن المزيد من الطاقة الصوتية ستتقل فى جهة
واحدة؁ وهذا ما يحدث عندما نضم أيدينا لنشكل بوقا حول فمنا؛ ويتضح
التأثير نفسه بوساطة استخدام بوق بسيط مصنوع من قطعة كرتونية ملفوفة على
شكل مخروطى؁ كما أن سماع الطيب مصممة بحيث تجمع أكبر قدر ممكن من

الأصوات التي يصدرها الصدر ويوجهها للأذن.

ويمكن صنع سماعة طيب بسيطة من قنيتين بلاستيكيتين وأنبوب بلاستيكي مثبت على عنق القنينة، ثم إزالة الجزء الأعلى من كل قنينة لإعطاء نهاية دائرية يصل ارتفاعها إلى حوالي ٤ سم، وتثبت الأنابيب البلاستيكية بشرائط لاصق.

ويمكن أيضا دراسة الفرق بين شدة الصوت الناتج عن كل من المواد المصمتة والمجوفة، وذلك عن طريق مقارنة الأصوات الناتجة عن قطعة من الخشب المصمت، وأخرى من نفس حجم ونوع الخشب ولكنها مجوفة. كما يمكن مقارنة مرطبانين أحدهما مليء بالماء والآخر فارغا، أو علبتين أو صفيحتين إحداهما مليئة بنشارة الخشب والأخرى فارغة، وسيكتشف الأطفال أن الأجسام المجوفة تصدر أصواتا أقوى، ويمكن للأطفال محاولة وضع نهاية شوكة رنانة على علب كرتونية ذات أحجام وأشكال مختلفة لملاحظة أي العلب (الأصغر أم الأكبر) تصدر أصواتا أقوى؟ هذا النوع من الأنشطة يساعد الأطفال على فهم السبب في أن للكمنجة الكبيرة «الفيلونسيل» صندوق خشبي كبير، في حين أن الجيتار الكهربائي لا يحتاج لذلك، حيث يتصل بمكبرات كهربائية لزيادة قوة الصوت.

التقاط الأصوات

صوان الأذن الخارجية يلتقط الموجات الصوتية ويقودها للقناة السمعية، فتسبب اهتزاز غشاء الطبلة والعظيمة الداخلية، وهذا الاهتزاز يثير الأعصاب، فتبعث الرسائل التي تترجمها الدماغ، وتستطيع مجموعات الأطفال

تصميم تجربتهم الخاصة لاكتشاف أي الأطفال ذي قدرة سمعية أفضل، وقد يقترحون بعدئذ كيف يمكنهم تحسين سمعهم. ومن المرجح أن يقترح بعضهم بأن يضموا أيديهم حول آذانهم للسمع بشكل أفضل، حيث إنهم يلتقطون موجات صوتية أكثر... ويمكن صنع أبواق ورقية أو كرتونية لتركب على آذانهم واختبارها للملاحظة إن كانت تحسن سمعهم. ويحتاج الأطفال للتفكير في طريقة مناسبة لاختبار الأبواق، وقد يقترحون بأن يستخدموا مصدر صوت مستمر، ثم يحاول كل طفل المشي تجاهه حتى يمكن سماعه مع هذه الأبواق أو يبدونها ومن ثم مقارنة النتائج.

ويمكن مقارنة أذن الحيوان والإنسان، ويستطيع الأطفال التعرف على الأجزاء الظاهرة من الأذن في الحيوانات، ثم محاولة اكتشاف إن كانت هذه الحيوانات تستخدم حاسة السمع كطريقة رئيسية لإيجاد الطعام وحماية نفسها. وهذا العمل قد يقود لدراسة أهمية وجود الأذنين للتحقق من اتجاه الصوت.

التحكم في الصوت في الآلات الموسيقية

الآلات الموسيقية مصممة لإصدار أصوات محددة، وتكون معظمها من ثلاثة أجزاء رئيسية، جزء لعمل الاهتزاز، وجزء لتكبير الصوت، وطريقة لتنوع النغمة. وحينما يفحص الأطفال الآلات المختلفة، يمكنهم محاولة إيجاد كيف يقابل كل تصميم هذه المتطلبات.

فالجيتار له أوتار تطرق للبدء بالاهتزاز، ويجب أن يلاحظ الأطفال الحركة باستخدام العدسة المكبرة، وملاحظة أن الوتر يستمر بالاهتزاز حتى بعد توقف الصوت. ويمكن إنتاج النغمات المختلفة بوساطة أوتار ذات سمك مختلف،

وبتقصير الأوتار عند تغير موقع الأصابع عليها. وإذا ركّز الأطفال على وتر واحد، واستمعوا للصوت الذي يصدر بحركة الإصبع من عتبة «عتبة العود والجيتار» إلى عتبة، فإنهم سيسمعون نغمات أكثر حدة بتقصير الوتر. ويكبر الصوت بوساطة مشط الكمان «القطعة الرافعة لأوتار العود أو الكمان» الذي يهتز بجانب الخشب المجوف. وعند لمس صندوق الصوت بخفة خلال العزف على الجيتار يمكنهم الشعور بهذه الاهتزازات.

بعض الآلات لا تحتوي على أوتار، ولكنها تحتوي على مزمار «ماسورة» وفي آلة بسيطة مثل (POST - HORN) فإن حركة الشفاه تولد الذبذبات، وطول المزمار وشكل الشفاه تولد نغمة معينة، والنهاية الممتدة للمزمار تصمم لتكبير الصوت. وعند نفخ الآلة فإن عمود الهواء يهتز، والمزامير ذات الأطوال والسلك المختلف تكون ذات أعمدة من الهواء مختلفة الحجم. وكما في الحبل أو القضيب الطويل، فإنه كلما زاد طول عمود الهواء كانت النغمة أغلظ، ويستطيع الأطفال اختبار تأثير اختلاف طول عمود الهواء باستخدام أعواد المصاص البلاستيكية، حيث يجب تسطيط واحد ستيمتر «١ سم» في إحدى نهايات العود المصاص، ثم قطع الزوايا لصنع الجزء الذي يوضع بين الشفتين. وبقليل من المحاولة والخطأ يمكن إصدار صوت من خلال النفخ في قطعة الفم هذه وبعد التنبؤ بما سوف يحدث عندما يكون عود المصاص أقصر، يمكنهم النفخ ثانية مع قص تدريجي لأجزاء من نهاية عود المصاص خلال نفخهم في كل مرة، وكلما قصر عود المصاص أصبحت النغمة أكثر حدة.

وأعمدة الهواء السمكية تصدر أنغاما غليظة مثل الأربطة الغليظة، وعندما يعزف الأطفال على أنواع من الفلوت مثل (adescant) و (bass corder)

سيجدون أن الأخير ذو نغمة أغلظ لأنه يملك أنبوبا أطول وأضخم. وأما الفتحات في أعلى الأنبوب فتمكّن الموسيقي من تغيير طول عمود الهواء، وإذا وضعت أصابع اليد على جميع الفتحات، فإن العمود سيصبح أطول وينتج نغمة أغلظ. ويرفع كل أصبع يصبح عمود الهواء أقصر، والنغمة تصبح أكثر حدة. وآلات النفخ الموسيقية الأخرى لها طرق أخرى في تغيير طول العمود، فالترددة (آلة موسيقية) (trombone) لها ماسورة (Pipe) قابلة للتمدد، كما أن البوق (Cornet) يستخدم الصمامات.

والطبول عادة ما تتكون من غشاء مشدود بإحكام على إطار مجوف، وعند الطرق على الغشاء فإنه يهتز هو وما فيه من هواء. وإذا صنع الأطفال طبولهم الخاصة من مطاط مشدود فوق الصفائح أو العلب البلاستيكية، يمكنهم محاولة إيجاد كيفية جعل الطبول ذات نغمات حادة أو غليظة، وسيكتشفون أنه كلما كان الجلد مشدودا أكثر، كانت النغمة أكثر حدة؛ وبعض الطبول الأفريقية تعزف بحيث يتغير توتر الجلد بالشد على الحبال الجانبية.

وإذا أتاحت الفرصة للأطفال للعزف أو الاستماع للطبول ذات الأحجام المختلفة، فسيلاحظون أنه كلما كان الغشاء الجلدي أكبر كانت النغمة أغلظ، وكما في المزامير، فإن الحجم الكبير من الهواء داخل الطبل سيؤدي أيضا لإنتاج صوت غليظ، ونتيجة لذلك فإن الطبل الواسع العميق ذا الجلد غير محكم الشد سيصدر صوتا غليظا.

وكلما أمكن فإنه يجب أن يتنبأ الأطفال بما سوف يحدث قبل إجراء التجربة، حيث إن ذلك يساعدهم على التفكير بالمفاهيم السابقة وتوضيحها. وبما أنه من المرجح أن تكون الأفكار جديدة تماما على الأطفال، وتتضمن استخدام

مفردات غير معتادين عليها، فإنهم يحتاجون للكثير من الوقت للعب أو استكشاف الأدوات بأنفسهم لمساعدتهم في تعزيز أفكارهم.. وتلخيص العمل خلال الأنشطة الموسيقية اللاحقة قد يساعد الأطفال الذين واجهوا مصاعب في البداية في استرجاع وفهم التجارب السابقة.

الضجيج

يمكن للضجيج أن يكون نوعاً من التلوث الذي يسبب الضرر فعلياً، حيث إن أصوات الضوضاء العالية جداً يمكنها أن تدمر طبلة الأذن، ويمكن للأطفال مناقشة أي أصوات الضجيج يعتبرونه ساراً، وأياً غير ذلك، كما يمكنهم إعداد استفتاء لإيجاد إن كان الناس الآخرون يشاركونهم رأيهم، وفي هذا الاستفتاء يمكن سؤال الأبوين والأطفال الآخرين عما يحبونه ويكرهونه من أصوات في المنزل والشارع، وأي الضجيج يمنعهم من النوم أو العمل؟ أو كيف سيشعرون إن لم يكن هناك أي ضجيج في الخارج؟.

ويمكن دراسة كيفية السيطرة على الضجيج، حيث يمكن للأطفال وضع ساعة منبه أو جهاز راديو يعمل بالبطارية على علبة، ويحاولون بطرق مختلفة كتم الصوت بمواد مثل الجرائد الممزقة، وقطع الخشب، والقش، والمطاط الرغوي (مطاط إسفنجي يستخدم في الحشايا) والقماش، ثم الحكم على أي من هذه المواد أكثر فاعلية ولماذا؟ وبما أن الهواء لا ينقل الصوت بنفس جودة المواد الصلبة، فإن الأشياء المرنة المليئة بالفتحات الهوائية ستكون مواداً عازلة للصوت، أفضل من تلك الأجسام الصلبة المصمتة، وهذا قد يساعد الأطفال على إدراك كيف أن وجود السجاد والمطاط الإسفنجي في الجدران المجوفة يعمل على تقليل الضجيج. ومن أنشطتهم السابقة قد يمكنهم أيضاً تفسير لماذا

ينخفض الصوت عند ارتداء كاتمات الصوت على الأذن أثناء استخدام الأجهزة ذات الأصوات العالية، وإجراء تجربة لإيجاد سبب فقدانهم السمع عند استخدام كاتمات الصوت للأذن والسترة ذات القلنسوة، وسماعة الرأس المتنقلة (walkman headphones) قد يساعد الأطفال على إدراك أن كتم الصوت يمكن أن يكون خطيرا في بعض المواقف، مثل عبور الشارع أو خلال قيادة الدراجة.

ويستطيع الأطفال محاولة تحليل الضجيج في فصولهم، وذلك بهدف تخفيض مستواه. وفي البداية يحتاجون للتعرف على أصوات الضجيج وتصنيفها إلى أصوات مثيرة للاضطراب أو مزعجة، ومستمرة أو متقطعة، وما أن يتم التعرف على الضجيج يستطيع الأطفال اقتراح الطرق المناسبة لتقليله، والتي قد تتضمن لصق قطع صغيرة من المواد العازلة للتيار الهوائي «draught excluder» في داخل أغطية الأدراج أو الخزانات، أو وضع الأواني المعدنية على قطع من السجاد أو الجرائد، أو وضع قطعة من السجاد لجزء من الفصل، أو عمل لوحة حائط لتشجيع الأطفال على الهدوء.

الفصل الثامن

الصخور والتربة

الصخور والتربة

الحلقة الثانية في المرحلة الابتدائية

يناقش هذا الفصل كيف يمكن للأطفال دراسة الصخور والتربة وعملية التجوية والتحلل.

دراسة الصخور والتربة

يجب أن يكون الهدف الأساسي في المرحلة الابتدائية هو مساعدة الأطفال على تصنيف الصخور والتربة على أساس صفاتها وخواصها، فمقارنة الصخور المختلفة يمكن للأطفال فهم كيف أن خواص الصخور تتعلق بكيفية تكوينها واستخدامها؛ ويكفي للأطفال أن يتعرفوا ثلاثة أنواع رئيسة من التكوينات الصخرية، وهي: الصخور النارية والرسوبية والمتحولة، وعلى بعض الأمثلة الأكثر شيوعاً منها، وعلى سبيل المثال: الجرانيت والبازلت، والطين، والحجر الجيري، والحجر الرملي، والرخام والإردواز.

استكشاف الصخور في البيئة

إن لم يكن الأطفال قد درسوا خواص مواد البناء بالتفصيل، فإنهم يحتاجون لبعض الأنشطة التي ستساعدهم على التمييز بين الصخور الطبيعية والصناعية؛ ودراسة مبنى مدرستهم سيساعدهم على توضيح الفروق، ويمكن تحقيق ذلك بالرسومات التفسيرية للسطح الخارجي للمبنى، والتعرف على أنواع المواد المستخدمة ومظهرها.. معظم هذه المواد ستكون صناعية، مثل الطابوق والاسمنت والملاط (mortar) ولكن قد يكون هناك أجزاء حجرية مثل

الإردواز والحصى في الخرسانة (pebble dash concrete) وما أن يتمكن الأطفال من التعرف على المواد الصناعية بسهولة، فإن بإمكانهم استكشاف المحيط للتعرف على الصخور الطبيعية.

إن كثيراً من الأطفال الذين يعيشون في بلدة كبيرة أو مدينة، قد لا تتاح لهم الفرص لرؤية الطبقات الصخرية البارزة أو زيارة مقالع الحجارة، إلا أن جولة حول المدينة أو زيارة للمقبرة^(١) هي طريقة مثالية لرؤية التشكيلة الواسعة من الصخور. ولا يحتاج الأطفال لمعرفة ما هي الصخور في هذه المرحلة، وفي الحقيقة فإن عدم معرفتهم يعتبر ميزة، حيث إن ذلك يتيح لهم الفرصة للبحث والإختبار وتصنيف الصخور المختلفة بطريقة علمية وعقول متفتحة؛ ويمكن تسجيل ملاحظاتهم وبعض التفاصيل عن الصخور، كما هو موضح في جدول (١-٨).

جدول (١-٨)

وصف الصخر	مكان مشاهدته	خشن ام مصقول	مظاهر القدم
* اسود لامع، منقط	درجات مكتب البريد	خشن	انخفاض درجة السلم في مكان احتكاك الاقدام
* أصفر شاحب ومحبب	جدران مبنى مجلس الشورى	خشن	زوايا متكسرة - أجزاء متحولة للأسود
* وردي، أبيض ومخطط	عمود يمثل دعامة مكتب	أملس وناعم	لا يوجد
* أصفر، أجزاء رملية من الصخر والأصداف الصغيرة	جدران الحديقة	خشن	تشققات مع وجود أعشاب في هذه التشققات

(١) تقترح الكاتبة زيارة المقبرة لدراسة الصخور، وهذا في مقابر المسيحيين حيث ان لها شواهد مصنوعة من صخور مختلفة فيمكن دراستها ودراسة التواريخ المدونة عليها (المترجمة).

وإذا اتاحت الفرصة للأطفال للنظر إلى حجر الشاهد (شاهد القبور)، فإنه يمكن إضافة تاريخ هذا الحجر لملاحظاتهم، حتى يستطيع الأطفال في وقت لاحق البحث فيما إن كانت بعض الصخور تدوم لفترة أطول من غيرها، وقد تتاح الفرصة لترتيب زيارة إلى أحد البنائين ليوضح لهم كيفية استخدام الصخور في البناء.. ومن المهم هنا أن نعلم أن البنائين يستخدمون مصطلح «رخام» لأي حجر يمكن صقله، وهذا مثال ممتع لعلماء الجيولوجيا والبنائين الذين يستخدمون تصنيفات مختلفة، بالرغم من أنهم يستخدمون المصطلح نفسه.

ومساهمة الأطفال في جمع عينات الصخور سيجعل للأبحاث اللاحقة عليها معنى أكبر، حيث إنهم قد يجدوا قطعاً من الصخور أو الحصى في حدائقهم، أو على شاطئ البحر، أو على جانب الطريق. وعندما تتاح للمدرسة وسيلة سهلة للوصول إلى الريف، يمكن للفصل الذهاب للخارج وجمع عينات من المواقع المختلفة، وبعد ذلك تغسل كل عينة ويوضع طابع عليها يوضح موقع وجودها وتاريخ التقاطها؛ وهذه المجموعة الأولية يمكن إضافتها لتلك التي تمتلكها المدرسة، أو التي تم استعارتها من مدرسة ثانوية أو من المتحف.

فحص الصخور واختبارها

يستطيع الأطفال في البداية فحص الصخور من جميع الجوانب الممكنة، فيدرسون اللون والتركيب والشكل والملمس والرائحة.. هذا وقد تبدو العينة مختلفة عندما تكون رطبة، ويجب توفير العدسات المكبرة والميكروسكوبات. وإن عمل الأطفال بشكل ثنائي لإيجاد أكبر عدد ممكن من

التشابه والاختلاف بين صخرتين فقط، يعني توفير ملاحظات أكثر تفصيلا مما لو حاول الأطفال ملاحظة عدد كبير من الصخور. ومن المرجح أن يأتي الأطفال بأوجه أكثر للمقارنة كلما كانت الصخرتان مختلفتين أكثر، وإذا أعطي الأطفال أنواعا مختلفة من أقلام الرصاص وألوان الشمع والألوان المائية، فقد يمكنهم أيضا تسجيل شكل الصخرة وألوانها باستخدام الميكروسكوب.

وما أن يتم الأطفال دراسة بعض الصخور بالتفصيل، فإنه يجب أن يصبحوا قادرين على اقتراح كيفية تصنيفها، مثل أن يتم ذلك على أساس اللون أو الشكل أو الصلابة أو التركيب، وقد يكونون قادرين على اقتراح بعض الطرق لاختبار الصخور بأنفسهم، ويستطيع المعلم استخدام هذه الأفكار كقاعدة، واقتراح أشياء أخرى يمكنهم اختبارها، ويستطيع الأطفال تصميم جدول مشابه لجدول (٢-٨) لتسجيل ملاحظاتهم.

وعند دراسة الأطفال لألوان الصخرة يمكنهم كسر قطعة صغيرة باستخدام المطرقة - ما لم تكن هذه الصخرة عينة ثمينة من المتحف - لملاحظة الألوان التي لم تتأثر بالهواء، حيث إن عملية التجوية يمكنها أن تغير اللون، وعند استخدام المطرقة فإنه يجب تغطية الحجر بقطعة قماش لمنع القطع المتطايرة، كما يجب ارتداء نظارات الأمان لحماية العين، وسيستطيع الأطفال التعليق أيضا على مدى سهولة كسر الصخر، وإذا ما كانت تنفصل بسهولة على طول التشققات الطبيعية فيه، وذلك مثل الإردواز.

جدول (٨-٢)

الخواص	حجر (١)	حجر (٢)
* اي الالوان يمكنك رؤيتها؟		
١ - على الصخر من الخارج؟		
٢ - داخل الصخر بعد كسره؟		
* هل تنكسر الأجزاء بسهولة؟		
* هل تنفصل بسهولة؟		
* هل يتكون من الرمل أو صخور صغيرة أو قطع ذات زوايا متداخلة؟		
* كم نوع من الأجزاء يمكن ملاحظتها؟		
١ - عندما ترى بالعين المجردة؟		
٢ - ترى بالعدسة المكبرة؟		
٣ - ترى بالمجهر؟		
* هل تحتوي على أحافير؟		
* اسكب قليلا من الماء على الصخور هل يمتص الماء؟		
* حرك الحجر بخفة متناهية في الماء، هل يتفتت؟		
* بماذا يمكن خدشه؟		
* ما مدى ثقله؟		
* هل يحتوي على مواد مغناطيسية؟		
* هل يتفاعل مع الخل		

وعندما ينظر الأطفال لتركيب الصخر، فقد يلاحظون أن بعض الصخور تتكون من نوع واحد من المواد فقط، في حين أن بعضها الآخر يتكون من نوعين أو أكثر، وإذا لاحظوا بدقة فسировون أن بعضها ذات زوايا أو متبلورة، والأخرى حبيبية . فالجرائيت مثال على الصخر ذي الزوايا المتداخلة المتبلورة.. هذه الصخور كانت في أصلها بحالة منصهرة، وعندما بردت تكونت البلورات. وأما الصخور الرسوبية مثل الحجر الرملي، فعادة ما تتكون من أجزاء حبيبية من صخور متكسرة ورممل متماسكين معا. وفي الصخور الرسوبية يمكن رؤية الأجزاء الرملية أو الصخور الصغيرة بوضوح، وهي عادة ما تكون هشّة ويمكن كسرها بسهولة.

ويستطيع الأطفال ابتكار اختبارهم الخاص لتحديد مدى صلابة الصخور المختلفة، وقد يقترحون حساب عدد المرات التي يضربون بها الحجر بمطرقة لكسرها، ولكن إذا لم تضرب المطرقة بنفس القوة في كل مرة، أو أن الصخر انكسر على طول الشقوق الطبيعية فيه، فإن الاختبار لن يكون صحيحا، وهذا ما يجب على الأطفال أخذه بعين الاعتبار عند تصميم تجربتهم. إن الصلابة في الصخور تعني عادة مدى سهولة خدشها، ولذلك يستطيع الأطفال اختراع اختبار للخدش، وفي هذه الحالة يمكنهم جمع مواد مختلفة تتفاوت بفاعليتها في الخدش. وقد يختارون إبرة الحياكة البلاستيكية، ومسماراً، وعملة معدنية وقلم رصاص. وفي البداية ينبغي ترتيب هذه الخدوش، وذلك بمقارنتها مثلاً بعمق الخدش الناتج على قطعة من خشب البلزا، وما أن يقرروا مجموعة من المواد الخادشة، فيمكنهم عندئذ اختبار صخورهم.. ومن المهم تذكّر أن الخدش يجب أن يحاول أن ينفذ خلال السطح الخارجي، وليس مجرد وضع علامة عليه.

وإذا قام الأطفال مسبقاً ببعض الأعمال على الإزاحة والكثافة (فصل ١٠)، فيمكنهم حساب ثقل (١ سم ٣) (الستيمتر المكعب) لكل صخرة، وإذا لم يتم إخبارهم مسبقاً بكيفية تنفيذ ذلك، فإن ذلك سيتيح الفرصة للمعلم لتقييم ما إذا كان الأطفال قادرين على تطبيق معلوماتهم السابقة وخبراتهم في المواقف الجديدة؛ حيث يحتاج الأطفال في البداية لإيجاد حجم الصخرة، وذلك بإنزالها في الماء وتسجيل الإزاحة، وبعد وزن الصخر يمكنهم حساب ثقل الستيمتر المكعب منه.

وقد يكون الفصل خلال استخدامه للبوصلة قد ناقش مشكلة تذبذب قراءاتها بسبب الصخور الحاوية للحديد، وهذه فرصة لتجديد المعلومات في ذلك العمل، وذلك بتعرّف الصخور المغناطيسية.

إن الصخور التي تنكسر بسهولة، أو يمكن إذابتها في الماء أو الحمض، تكون سريعة التجوية، ويستطيع الأطفال التعرف على هذه الصخور بملاحظة قطع الصخور، إن كانت تنغمر بالماء عند تحريكها بخفة فيه، أو أن الماء يصبح معكراً بالجزئيات المعلقة فيه. ويمكن التحقق من تأثير الحمض بوضع قطرات من الخل على الصخرة، وملاحظة فوران السطح، أو تكون الفقاعات عليه. والصخور الحاوية لكاربونات الكالسيوم مثل الطباشير والرخام والحجر الجيري تطلق غازاً عند تفاعلها مع الحمض، وعندما يحوي المطر على مستوى عالٍ من الحمض، فإن المباني المصنوعة من هذه المواد يتم تجويتها بسهولة.

وعندما ينتهي الأطفال من اختبار الصخور يمكنهم مناقشة طرق تصنيفها في مجموعات، آخذين بعين الاعتبار عدة خواص... وعند هذه النقطة قد يود المعلم تعريفهم على التصنيفات الرئيسة الثلاث للصخور التي يستخدمها

الجيولوجيون.. أي المتحولة، والنارية، والرسوبية، وهنا تظهر الحاجة إلى المصادر الثانوية لتوضيح الفروق.

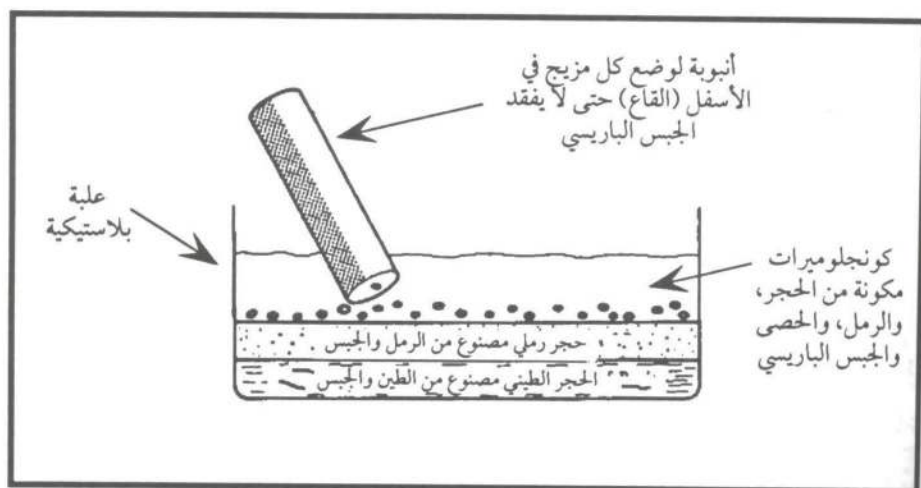
أنواع الصخور

تتكون الصخور النارية، مثل الجرانيت والبازلت عندما تصل المادة المنصهرة من باطن القشرة الأرضية للسطح الخارجي، ربما خلال نشاط بركاني، ثم تبرد، وخلال برودة المواد تتبلور المعادن المختلفة. والصخور التي تبرد ببطء تكون بلورات كبيرة. ويستطيع الأطفال دراسة عملية التبلور بصنع بلوراتهم الخاصة، ويمكن البدء بذلك عن طريق مزج الملح بماء ساخن حتى يتشبع السائل، (أي لا يمكن إذابة أي ملح بعد ذلك فيه)، ويترك المحلول ليبرد، ويتبخر مخلفا بلورات الملح. وإذا حاول الأطفال تجربة مواد مختلفة، مثل السكر والملح الإنجليزي وبودرة الليمون، فسировون أشكالاً مختلفة من البلورات تحت المجهر.. وبنفس الطريقة تكون المعادن المختلفة في الصخور أنواعاً مختلفة من البلورات.

تتكون الصخور الرسوبية من صخور موجودة أصلاً على سطح الأرض، ولكنها تفتت بفعل الرياح والماء، ومن أجسام الحيوانات الصغيرة الفانية. هذه المواد تترسب في طبقات في باطن البحار والبحيرات، ثم تترابط وتتماسك بمعادن أخرى، فالحجر الرملي يتكون من الرمل، والحجر الجيري يتكون من القواقع الصغيرة ورواسب الحيوانات، والطين الصفحي من الطين، والكونجلوميرات تتكون من صخور مختلفة ممتزجة بالحجر الجيري أو الحجر الرملي.

ويمكن للأطفال صنع طبقات من الصخور الرسوبية في علبة قديمة من

البلاستيك (شكل ٨-١)، حيث يملأون العلبة جزئياً بالماء، ثم يضيفون طبقات مختلفة من المواد التي تمثل الأنواع المختلفة من الصخور الرسوبية، ويمزج الجبس الباريسي في المخاليط المختلفة لعمل كمادة رابطة أو لاصقة.. فالحجر الطيني على سبيل المثال يتكون في ثلاثة أرباعه من الطين، وربعه من الجبس الباريسي. وبعد ترتيب الطبقات يمكن نقلها بعد ذلك من العلبة، ويستخدم الجيولوجيون حقيقة أن الطبقات الأسفل هي التي ترسب أولاً، وذلك عند تأريخ الصخور والأحافير. وهذا النشاط يساعد الأطفال على إدراك هذه الحقيقة.



شكل (٨-١) صنع الصخور الرسوبية

والصخور المتحولة هي صخور تحولت نتيجة حرارة عالية أو ضغط شديد، أو كليهما معاً. فالطين الصفحي يتحول إلى الإردواز، والحجر الجيري إلى رخام، وعند حرق الصلصال في الفرن المدرسي، فإن الصلصال يتحول بالطريقة نفسها.

الأحافير

الأحافير هي بقايا حيوانات ونباتات ماتت قبل عدة ملايين من السنوات، والتي تعد بعضها منقرضة.. وبقايا الأحافير هي الطريقة الوحيدة للعلماء لمعرفة بعض هذه الحيوانات، مثل الديناصورات. وفي بداية الحلقة الثانية يتوقع من الأطفال معرفة أن الأحافير تحفظ بطرق مختلفة؛ ولفهم ذلك يحتاج الأطفال للاطلاع على نماذج مختلفة من الأحافير، وبالطبع فإنه من غير المتوقع أن تتاح الفرصة للأطفال لجمع أحافيرهم الخاصة، ليس فقط لأن النماذج الجيدة نادرة نوعا ما، ولكن لأن من الواجب أيضا عدم تدمير المواقع القليلة الجيدة الموجودة، إلا أنه يمكن للمدرسة شراء نماذج طبق الأصل للأحافير ليستخدامها الأطفال، كما أنهم قد يستعرون بعض العينات الحقيقية من المتاحف أو المدارس الثانوية المحلية. وكما في دراسة الصخور، فإنه يجب على الأطفال ملاحظة كل عينة بدقة تامة، ووصفها واقتراح نمط عيشها إن أمكن.. وسيحتاجون هنا للمصادر الثانوية لإثراء معلوماتهم.

بعض الأحافير تتكون من الكائن الأصلي مخلفا قشرته، أو قالباً لشكله، أو هيكله العظمي. وعادة ما نجد مثل هذه الأحافير في الصخور المتكونة في قاع البحار، فعندما يموت الحيوان أو النبات يترسب في قاع البحر، ثم يتم تغطيته بالمواد الأخرى، حيث تتحلل الأجزاء اللينة من الحيوان، وتختفي مخلفة شكله أو قالبه في الصخر.. هذه الطبقة تُحشى بالطين أحيانا أو الرمل أو المعادن، وهذه الحشوة الجديدة أو الأحفورة تبدو تماما كالصدفة الأصلية أو الورقة أو الهيكل العظمي. ويستطيع الأطفال صناعة أحافيرهم الخاصة بالطريقة نفسها، حيث تضغط الصدفة، أو جزء من غصن شجرة، أو أي قطعة على الصلصال ليترك

طبعته، ثم يملأ هذا الفراغ بالجبس الباريسي، وعندما تأخذ شكل الأحفورة يمكن إزالتها.

وتحفظ الحيوانات والنباتات الأخرى بطريقة التعدين، حيث تستبدل خلايا الكائنات الحية بالمعادن، وأحيانا تتحجر قطع الخشب بهذه الطريقة، وإذا تم فتحها من الداخل يمكن ملاحظة أن التركيب الخلوي لا يزال واضحا. وطريقة أخرى للتحفر حدثت عند تكوّن الكهرمان؛ حيث إنه عندما كانت تتهشم بعض الأشجار، فإنها كانت أحيانا تفرز عصارة الراتنج (عصارة صمغية تسيل من الأشجار عند جرحها أو قطعها)، ذات الرائحة الزكية التي تجذب الحشرات فتقع في شراك المادة الصمغية ويتم حفظها، وفيما بعد تبلى هذه الشجرة، وتبقى المادة الراتنجية الصلبة. وتصنع بعض المجوهرات الحديثة مستخدمين فكرة مشابهة، وكذلك تغلف الزهرة أو أي مادة أخرى وتحفظ في البلاستيك.

هذا العمل التمهيدي على الأحافير يمكن أن يمتد ليشمل دراسة الوقود الأحفوري، مثل الفحم والنفط، وعلى الحيوانات المنقرضة حديثا أو المعرضة للانقراض.

التجوية

تبدو الصخور وكأنها ملامح ثابتة تماما في هذا العالم، ولذلك يجد الأطفال صعوبة في إدراك أنها تتغير باستمرار، ولكن ببطء، ويحتاج الأطفال لرؤية أمثلة للعملية لفهم كيفية حدوثها؛ وخلال دراستهم للصخور قد يكونون لاحظوا مؤشرات عديدة تدل على حدوث التجوية، وخلال نزهة حول المدينة قد يكونون لاحظوا أمثلة عديدة على مواد تغيرت عما كانت عليه في بداية بنائها

الغذائية.. ويجب أن يبحث الأطفال في خواص هذه الأنواع الثلاث الرئيسية.

ويتوقع من الأطفال — خلال بداية الحلقة الثانية — تنفيذ بحث عن الصخور أو التربة، يمكن إضافته كجزء من دراسة الصخور والتجوية، أو خلال دراسة المحليات المختلفة، وكيف تتلاءم النباتات والحيوانات مع بيئتها المحلية.

بحث الأنواع المختلفة من التربة

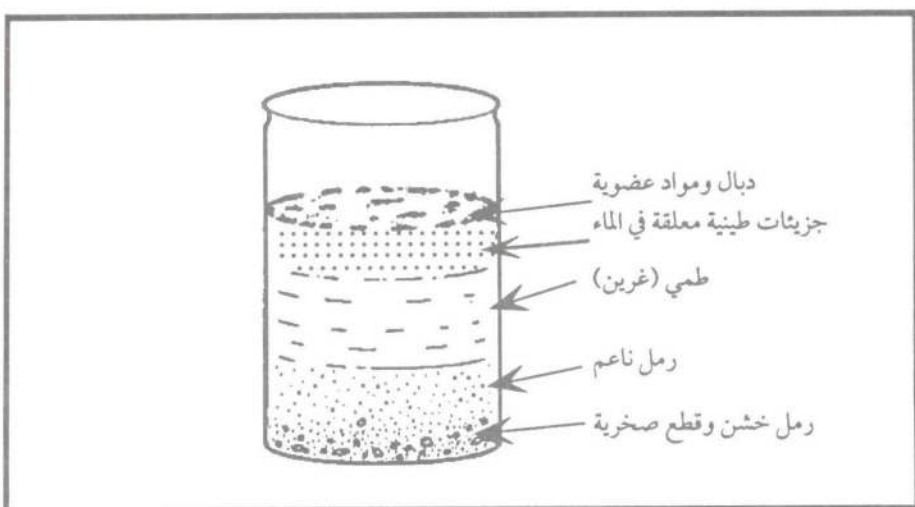
يجب أن يرى الأطفال عدة طبقات من التربة المكشوفة إذا كان ذلك ممكناً، ومن الاحتمالات الممكنة لذلك حفرة مكشوفة حديثاً في موقع للبناء، أو جزء من شاطئ صخري. وحينئذ سيلاحظ الأطفال أن خواص التربة تختلف باختلاف العمق، ويمكن صنع قطاع جانبي للتربة بلصق «تثبيت» نماذج من الطبقات المختلفة على شريط خشبي لمطابقة الصورة الأصلية.

ويمكن جمع أنواع مختلفة من التربة من أراضي المدرسة، مضافاً لها عينات من حدائق منازل الأطفال والمعلمين. حيث إن أراضي النباتات المختلفة تنتج أنواعاً مختلفة من التربة، مثل الغابات الحولية (نباتاتها حولية تسقط أوراقها في مواسم معينة)، والغابات الصنوبرية، والأراضي الزراعية. هذا ويتطلب توفير عينات من التربة الطينية والرملية والتربة الصفراء والخصبة في المدرسة.. والنشاط الأولي في هذا المجال يجب أن يكون متشعباً تماماً، حيث يحاول الأطفال معرفة أكبر قدر ممكن من المعلومات عن طريق استخدام التربة وملاحظتها، فيمكنهم التعليق على الاختلاف في لونها أو رائحتها. وعما إذا كان ملمسها رطباً أو جُيبياً أو زلقة أو صمغية أو باردة، وما إذا كانت الصخور من أحجام مختلفة، عما إذا كانت الصخور مأوى للعديد من المخلوقات، أو تحتوي على مواد

نباتية فيها. ويمكن توفير الماء وتشكيلة متنوعة من أدوات القياس والعدسات والمجاهر لبعض الأطفال لعمل اختبارات المقارنة، ويجب أن يقرر الأطفال طريقتهم الخاصة لتسجيل نتائجهم.

هذا الاستكشاف المبدئي سيمكن الأطفال من معرفة المكونات الأساسية للتربة، ومناقشة المعلم في كيفية اختبار التربة بتوسع أكثر، مثل الاختبارات البسيطة على نسبة الجزيئات المختلفة الحجم، وكمية المواد العضوية فيها، والاختلاف في صرف الماء والحموضة.

ويمكن رؤية الكميات المقارنة من المواد غير العضوية والمواد العضوية بتقليب كميات من التربة في الماء، ثم تركها لتستقر، حيث يملأ مرطبان ذو غطاء إلى منتصفه بإحدى عينات التربة، ويجب استخدام نفس الحجم لكل عينة من التربة ليتمكن مقارنة النتائج مباشرة، ثم تملأ بعد ذلك بالماء إلى ثلاثة أرباعها، ويهز المرطبان بشدة، ثم يترك ليستقر ليوم كامل، وتستقر المواد بحيث يكون أكبرها في القاع، وأي مادة عضوية ستطفو في الأعلى لأنها أخف (شكل ٨-٢).



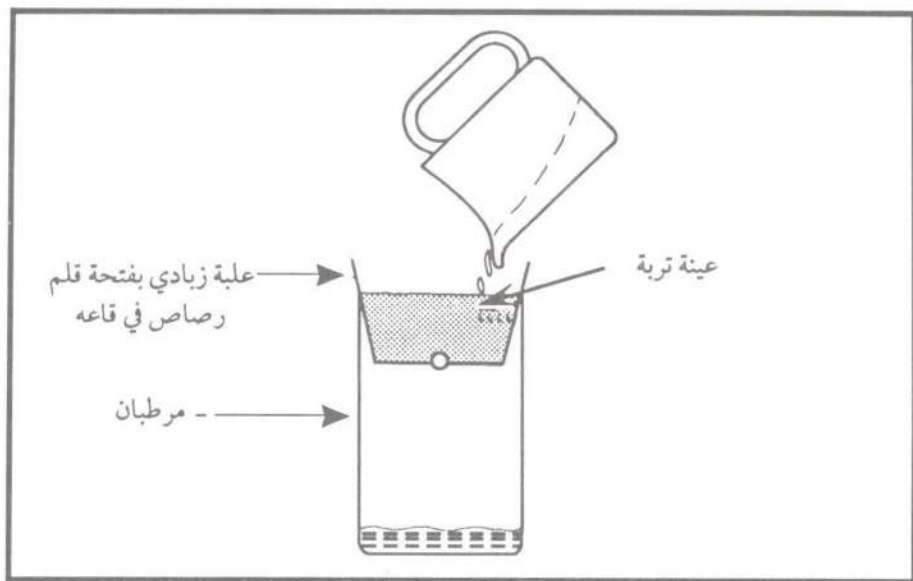
شكل (٨-٢) ملاحظة الكميات المقارنة من المواد العضوية والمواد غير العضوية.

ويمكن عندئذ قياس كل طبقة، ومقارنة أنواع التربة المختلفة، كما يمكن إزالة القطع التي تطفو في الأعلى ودراستها بالعدسات أو الميكروسكوب، ملاحظة أنها مواد نباتية ميتة في أساسها. وطريقة أخرى لاكتشاف نسبة أحجام الجزيئات في أنواع التربة المختلفة، هي باستخدام عينات من الوزن نفسه من المادة الجافة، بحيث يستخدم المنخل والشباك كبيرة الفتحات أولا، فيوضع فيها التربة وتقلب وتهز، ويتم وزن القطع الصخرية المحجوزة في المنخل، ثم تستخدم المناخل الأدق تدريجيا على ما تبقى من التربة.. وسيلاحظ الأطفال أن التربة الرملية ستفقد الكثير من الجزيئات خلال المنخل الأول، ولكن التربة الطينية ستحتوي العديد من الجزيئات المتناهية في الصغر.

التربة الصالحة للزراعة تحتفظ بجزء من الماء، ولكنها أيضا تسمح بتسرب الجزء الآخر، وقد يفكر الأطفال بتجربة مضبوطة لاختبار أي أنواع التربة تحتفظ بالماء بصورة أفضل. وإحدى الطرق هي بتجفيف التربة أولا، ثم وضع عينات متساوية الوزن منها في أطباق متشابهة، ثم يتم وزن الأطباق والتربة، ثم يصب الماء فوق التربة لملء الأطباق، وبعد ترك الأطباق لمدة ثلاث دقائق تقريبا يصب الماء الزائد مع التأكد من عدم ضياع أي من التربة في هذه العملية، ثم يتم وزن التربة ثانية لاكتشاف كمية الماء التي احتفظت بها التربة.. كما يستطيع الأطفال وصف التغير في مظهر التربة، وإذا تركت العينات لمدة يومين أو ثلاثة أيام ثم أعيد فحصها، فسيلاحظ الأطفال أن التربة الطينية تصبح مشبعة بالماء وشديدة اللزوجة عندما تكون رطبة، وينتج تشققات عنها عندما تجف.

أنواع التربة المختلفة تحتفظ بكميات مختلفة من الهواء، ويعتمد ذلك على حجم جزيئات التربة. ويستطيع الأطفال في البداية اختبار الفرق بين حبات

الصخر الكبيرة والصغيرة، والحصى والرمل، ولعمل ذلك يحتاجون أربع مرطبات متساوية الحجم، تُمَلَأُ إلى نفس المستوى من عينات التربة المختلفة، ثم يصب الماء في المرطبات لملئها تماماً، ثم يصب الماء المتسرب في وعاء قياس لتسجيل الكمية، وستحتاج التربة لكمية أكبر من الماء في حالة وجود فراغات. وما أن يفهم الأطفال القاعدة حتى يمكنهم اختبار عينات مختلفة من التربة بالطريقة نفسها، ويجب الحرص على عدم الضغط على عينات التربة أو هزها خلال العمل، لأن ذلك سيؤثر على الفراغات الهوائية. كما أن صرف الماء يمكن قياسه بتوقيت معدل حركة الماء خلال التربة، ويمكن إعداد الأدوات كما هو موضح في شكل (٣-٨).



شكل (٣-٨) فحص صرف التربة

يُملأ الوعاء بعينة التربة، ثم تُصب كمية مُقاسة من الماء على أعلى التربة، وتُستخدم ساعة إيقاف تبدأ بالعدّ عند نفاذ أول قطرة من الماء فيها، ويتم إيقافها

بعد مرور دقيقة من عدم نفاذ أي قطرة ماء. ويجب أن يتعرف الأطفال على التربة التي تصرف الماء بسهولة وسرعة.

وقد يعرف الأطفال أن الفلاحين والمزارعين يجربون تربتهم لمعرفة إن كانت حمضية أو قلوية، لأن النباتات لها متطلبات كيميائية مختلفة، ويستطيع فريق من الأطفال دقيقي الملاحظة استخدام عدة المزارع لاختبار التربة.

وتستطيع مجموعات الأطفال تنفيذ الاختبارات المختلفة، وإعداد تقارير لبقية الفصل، ويجب عليهم دائما أن يتنبؤوا بما سوف يحدث في العمل، واقتراح طرق لتحسين كيفية أدائهم للعمل، وتقديم تفسير أو وضع فرض بعد أداء التجارب، كما يستطيع الأطفال دراسة كيفية تأثير الخواص المختلفة التي يلاحظونها على نمو كل من النباتات والحيوانات. وعلى سبيل المثال، عندما تتشبع التربة بالماء فإن الحيوانات وجذور النباتات لن تحصل على الهواء، ولذلك فإن بإمكانهم فرض أن التربة التي لا تصرف الماء بصورة جيدة سيكون فيها حيوانات أقل من تلك التي تصرف الماء بصورة جيدة، ثم اختبار هذا الفرض.

ويستطيع الأطفال من خلال مناقشاتهم التنبؤ بأي أنواع التربة التي يعتقدون أنها الأفضل للزراعة، ثم اختبار ذلك. وإحدى الطرق هي بتحضير أوعية تحوي أنواعا مختلفة من التربة، ونفس العدد من البذور، ثم العناية بها جميعا بنفس الطريقة، ويتم أخيرا مقارنة نجاح معدل الإنبات، والحجم ونضارة النبات في الأوعية الثلاثة. وقد يحاول الأطفال التجربة بأنواع مختلفة من البذور، مثل الرشاد والخس والفجل، كما يستطيع الأطفال اختبار مدى فاعلية نمو النبات عند تغير ظروف سقاية الماء في التربة نفسها، وفي هذه الحالة سيحتاجون لأوعية بنفس التربة، وخمس بذور في كل منها، ولكن كل وعاء يُسقى بطريقة

مختلفة، فيمكن سقاية أحد الأوعية (١٠ مليلتر) كل ثلاثة أيام، في حين يُسقى الآخر (١٠ مليلتر) كل يومين، والثالث يسقى (١٠ مليلتر) كل يوم، ويبقى الأخير مشبعا بالماء. ويتم مرة أخرى تسجيل مدى نجاح النمو.. ويمكن عمل علاقة خطية توضح نمو الرويشات (المجموع الخضري)، وبعد أسبوعين تقريبا، يمكن إزالة النباتات وقياس كل من حجم الجذور والساق والأوراق بتفصيل أكثر.

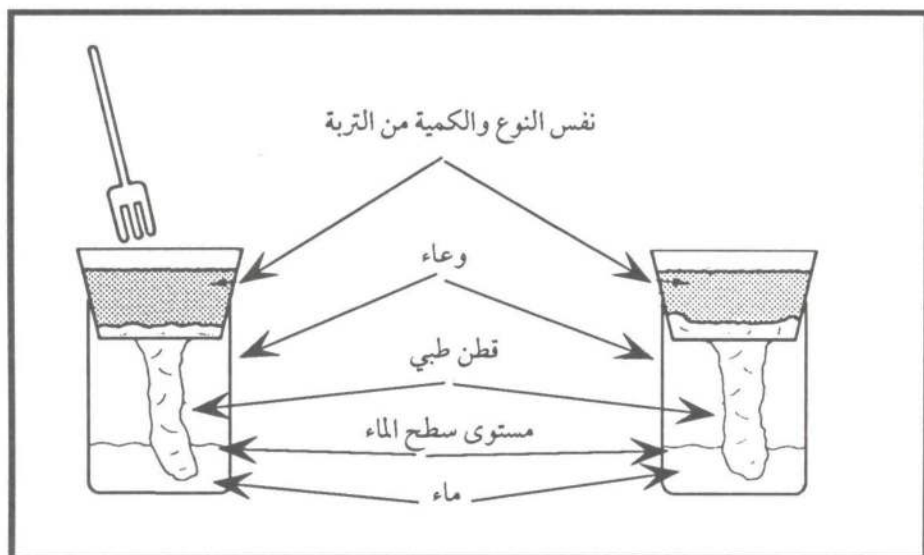
تغيير التربة

تتغير التربة طبيعيا بفعل الحيوانات، ويغيرها المزارعون صناعيا لتحسين إنتاجها، كما يمكن تدميرها أيضا بالتصرف غير المناسب، ويمكن دراسة الحيوانات التي تعيش في التربة، وكيفية تأثيرها فيها. فالحيوانات الكبيرة مثل الغرير والخلد يحفر لنفسه جحرا في التربة، ولكن الحيوانات الأصغر مثل النمل وديدان الأرض فلها تأثير أعظم بكثير، ويستطيع الأطفال تجهيز مربى للديدان ذي طبقات مختلفة من التربة الرطبة. وبعض أوراق النباتات الخضراء، ودودتان أو ثلاث توضع على السطح. وبعد أسبوع تقريبا يرى الأطفال أن الطبقات قد تم خلطها بفعل الديدان.

وسيكون الأطفال الآن قد اكتشفوا أن الطين والتربة الرملية لها عيوب لنمو النبات، ويتغلب المزارع على هذه العيوب بالحفر والحرث وإضافة الأسمدة، وقد يملك بعض الأطفال الخبرة الشخصية عن الزراعة في بلدهم، أو أي أنحاء أخرى في العالم لإضافتها للمناقشة.

ويمكن توضيح تأثير الحفر بمقارنة تربة تم تمسيطها، بأخرى تُركت كما

هي، ويمكن إعداد جهاز كما هو موضح في شكل (٤-٨)، حيث يُحرث وعاء كل يوم بشوكة، وسيلاحظ الأطفال أن كمية أقل من الماء تنفذ خلال الوعاء، لأن الهواء يملأ الفراغات بين الجزيئات مخلفا فراغا أقل للماء، والتربة الطينية بالذات تستفيد من الحرث المنتظم.



شكل (٤-٨) بحث تأثير الحرث على التربة.

ومن ناحية أخرى، فإن التربة الرملية تفقد الأسمدة الطبيعية بسرعة كبيرة، ويمكن للأطفال اختبار تأثير إضافة الأسمدة للبذور النامية في التربة، مقارنة بتلك التي لم يضاف إليها أي أسمدة، كما يمكن تقويم الطريقة التي يُستخدم فيها السماد، فيمكن أن يمزج السماد مع التربة في بعض الأوعية، في حين يثر على سطح الأوعية الأخرى، كما يمكن مناقشة تأثير إضافة الأسمدة الكيميائية، أو قاتل الأعشاب الضارة للتربة على الحيوانات التي تعيش فيها، وخطورة وصول بعض المواد الكيميائية للغذاء الذي ينتجه النبات.

وكما يمكن تحسين التربة، فإنه يمكن تدميرها أيضا، ويجب أن يدرك الأطفال من دراستهم للتجوية أن التربة تستغرق وقتا طويلا جدا في تكوينها، في حين يمكن تدميرها بسرعة كبيرة بالتلوث. ويستطيع الأطفال محاولة دراسة تأثير ذلك على نمو البذور والنباتات، عند إضافة ملوثات مثل الزيوت أو مطهر مخفف أو محلول ملحي.

وإذا تُركت التربة جرداء لفترات طويلة، فإن الكثير من التربة السطحية ستطير، فإذا تُركت التربة الجافة في الخارج في يوم عاصف لمدة ساعتين، فسيلاحظ الأطفال أن الكثير من التربة قد تطايرت بعيدا، ويستطيع الأطفال قياس الكمية المتطايرة بوزن التربة قبل وبعد وضعها في الخارج، ويمثل ذلك ظاهرة خطيرة في البلاد ذات الأمطار الغزيرة، أو تلك التي بها فصول جافة.

تحلل المواد الطبيعية

التربة شديدة الخصوبة تحوي الكثير من الدبال، وهو عبارة عن بقايا حيوانات ونباتات ميتة، ويحتاج الأطفال لدراسة هذه العملية في التحلل، والعوامل المؤثرة عليها، خلال الحلقة الثانية.

وإذا كان الأطفال قد درسوا كمية الفضلات التي تنتجها الأنشطة الإنسانية، وكيفية إعادة دورتها (فصل ٣)، فسيعلمون بأن بعض المواد تتحلل خلال الزمن، في حين أن أخرى كالزجاج والبلاستيك لن يحدث لها ذلك، وإذا استرجع الأطفال هذا العمل، فسيذكرون أن المواد الطبيعية فقط، من الحيوانات والنباتات الميتة هي التي ستتحلل. ويستطيع المعلم سؤال الأطفال عما إذا شاهدوا أية حيوانات أو نباتات ميتة، وماذا حدث لها. سيكون معظمهم

قد شاهد القنفاذ والثعالب ميتة على قارعة الطريق، كم شاهد الأزهار والنباتات ميتة في الحدائق والمنتزهات. وبقليل من المناقشة سيدرك الأطفال أيضا أن الأوراق التي تتساقط في كل خريف هي مواد نباتية ميتة، ويستطيع المعلم السؤال، لماذا لا تستمر هذه المادة الميتة في التراكم إلى ما لا نهاية؟! ثم يساعد الأطفال على اقتراح بعض الأمثلة التي رأوها على عملية التحلل، وقد يعلم الأطفال أن أجسام الحيوانات الميتة تأكلها حيوانات أخرى، كما أنهم قد رأوا خضروات أو فاكهة متعفنة بالفطريات.. والمحللات تشمل الحيوانات التي تأكل المواد النباتية الميتة، والحيوانات التي تأكل الحيوانات الميتة، والفطريات والبكتيريا.

ويستطيع الأطفال جمع عينات من فضلات الأوراق المبعثرة لدراساتها، والأفضل أن يكون ذلك خلال فصل الصيف أو الخريف، قبل بداية الصقيع. ولا يجب عليهم جمع الأوراق المتراكمة على السطح فقط، بل أيضا التربة التي تحوي الأوراق المتحللة، ثم دراستها بدقة بقصد الجمع والملاحظة والرسم، والتعرف على الحيوانات الموجودة فيها. وبملاحظة صفات هذه الحيوانات، واستخدام الكتب، يمكنهم معرفة أي الحيوانات تتغذى على النباتات، وأياها آكلات اللحم (الحيوانات اللاحمة)، ويمكن استخدام المصادر الثانوية لمعرفة المزيد عن السلاسل الغذائية، وعلى سبيل المثال، فإن الديدان والقواقع والديدان ألفية الأرجل والبزاقات وقمل الخشب، تتغذى على الأوراق الميتة، وهذه الحيوانات تمثل غذاء لحيوانات أخرى مثل الطيور والثعالب، وعندما تموت هذه الحيوانات، فإنها تصبح غذاء لبعض أنواع الخنافس ويرقات الذباب التي تعتبر غذاء لحيوانات أخرى وهكذا، ويمكن للأطفال محاولة التعرف على بعض

السلاسل الغذائية. ومن المهم أن يدرك الأطفال أن إعادة الدورة المستمر للمواد الطبيعية يسمح للاستخدام الأقصى لمصادر البيئة، وبنفس الطريقة فإن إعادة دورة المخلفات التي هي من صنع الإنسان تساعد في الاقتصاد في استخدام مصادر كوكبنا المحدودة.

بعض المحللات مثل الديدان وقمل الخشب والقواقع، يمكن الاحتفاظ بها في الفصل لفترة قصيرة لدراسة تفصيلية أكثر، فمثلا يمكن دراسة الغذاء المفضل لدودة الأرض بوضع نباتات مختلفة على سطح التربة في مربى الديدان، وملاحظة أيها تؤكل. وبنفس الطريقة توضع أوراق مختلفة في صندوق، وبداخله قوقع لمعرفة أي الأوراق يتم أكلها، والكمية التي أكلت منها.. ومن الضروري أن تعاد الحيوانات إلى مكانها الأصلي بعد ذلك، وإذا أمكن فإنه من المفيد القيام برحلة لمنطقة غابات، أو منطقة ريفية لمحاولة إيجاد الدليل، ليس فقط على وجود المحللات في مخلفات الأوراق المبعثرة، ولكن أيضا للنشاط الحيواني في الأغصان المتساقطة ونمو الفطريات.

الفطريات (متضمنة العفن والخميرة) والبكتيريا تعتبر كذلك من المحللات، ومن جهة فإنه من الضروري أن يعرف الأطفال أن البكتيريا عادة مفيدة، حيث إنها تُستخدم في صناعة الجبن والروبو، إلا أنه من جهة أخرى يجب أخذ الحيطة الكبيرة عند القيام بأنشطة تتضمن الفطريات والبكتيريا، حيث إن بعضها شديد الخطورة. وقد يستطيع الأطفال اقتراح الظروف التي يعتقدون أنها تُسرّع من عملية التعفن، وتلك التي تبطئ العملية، ويمكن استخدام أفكارهم كقاعدة لمقارنة الظروف المختلفة، فيمكن تحضير عينات متماثلة من الأغذية المختلفة، مثل قطع البطاطا والجبن والبرتقال والملفوف والتفاح