*الفصل الأول*

# التصورات المعاصرة لفلسفة العلوم وللتعلم والتعليم وتأثيرها على تعليم العلوم

صوما بو جودة*

*مقدمة*

يتأثر منهج العلوم وكيفية تطبيقه عادة بالتصور الفلسفي لطبيعة المعرفة العلمية ولتطورها. فالتصور الذي يعتبر العلوم محتوى مكوناً من حقائق وأفاهيم ونظريات لا بد وأن ينعكس في منهج وفي مقاربات تعليم تؤكد على هذه المكوّنات. وفي مقابل ذلك ينعكس تصور العلوم، بإعتبارها محتوى وسيرورة في الوقت نفسه، في منهج وتعليم يؤكدان على مساعدة التلاميذ على إكتساب المعرفة وعلى إنماء المهارات ذات الصلة بالسيرورة العلمية. أما التصوّر بأن العلوم تتطور تدريجياً نتيجة تراكم المعرفة العلمية أو أنها تتطور عبر قفزات أو ثورات

* أستاذ مشارك، دائرة التربية، الجامعة الأميركية في بيروت

فإنه ينعكس بدوره في المنهج وفي طرائق التعليم.

وبالإضافة إلى ما سبق فإن التطورات المتعلقة بطبيعة التعلم والمتعلم تؤثر بدورها في بناء منهج العلوم وفي طريقة التعليم، إذ يجري إعداد نوع معين من المناهج حين ينظر إلى التعلّم بإعتباره سيرورة غير ناشطة للتراكم المعرفي. فيما يجري إعداد نوع آخر مختلف من المناهج حين ينظر إلى التعلّم بإعتباره تفاعلاً ناشطا" مع المحتوى. وما قيل بشأن التعلّم ينطبق على طبيعة المتعلم. فلقد أُعدّت مناهج مختلفة وإستخدمت طرائق تعليم متعددة تبعاً لوجهة النظر المتبناة بشأن، طبيعة المتعلم.

وأخيراً يتأثر المنهج بحاجات البلد التي تعبّر عنها الأهداف التربوية. فإذا كان البلد بحاجة إلى أطباء ومهندسين ورجال علم، أو إذا كان يهدف إلى إعداد مواطنين مثقفين علمياً وقادرين على إتخاذ قرارات مناسبة في مواجهة مشكلات الحياة اليومية ذات العلاقة بالعلوم في مجتمع ديمقراطي، أو كان بحاجة إلى الإثنين معاً، فينبغي أن تنعكس هذه الأهداف والحاجات في منهج العلوم وفي طريقة التعليم في شكل من الأشكال.

تشتمل هذه الورقة على أربعة أقسام: ففي القسم الأول نميّز بين التصورات التقليديةوالمعاصرة لفلسفة العلوم ولطبيعتها. ونتناول في القسم الثاني التصورين التقليدي والمعاصر لطبيعة التعلم والمتعلم والمعرفة العلمية. ونقدم في القسم الثالث أمثلة على أهداف ممكنة لتعليم العلوم وعلاقة هذه الأهداف بحاجات المجتمع. ونعرض في القسم الرابع أمثلة على إستراتيجيات للتعليم، قابلة للتطبيق وتتماشى مع التصورات المعاصرة لفلسفة العلوم ولطبيعة التعلم والمتعلم والمعرفة العلمية.

# أولاً: التصورات التقليدية والمعاصرة لفلسفة العلوم

أظهرت الدراسات التاريخية لتطور العلوم أن تطور المعرفة العلمية هو سيرورة ديناميكية، حيث أن عمليات التغيير والتبديل والإلغاء هي القاعدة وليست الإستثناء. كما أن هذه الدراسات لم تدعم وجهة النظر القائلة بأن العلم هو سيرورة إستقراء *induction* منطقي للوقائع التجريبية بدءاً بالملاحظة *observation* ووصولاً إلى النظرية وفق ما يُعرف تقليدياً بالطريقة العلمية (Duschl, 1994). فالبحوث قد بيّنت أن الملاحظة تتأثر بالنظرية وتشتق منها، كما ان النماذج النظرية *paradigms* التي يتبناها العلماء تؤثر في ملاحظاتهم وفي الأسئلة التي يطرحونها وفي تفسيراتهم وتبريراتهم للظواهر وللأحداث العلمية. فالعلم برأي كون (Kuhn, 1970) يتطور في مرحلتين، بدءاً بمرحلة العلم العادي *normal science*، حيث التوافق العام، تليها مرحلة الثورة العلمية واللاتوافق أو ما أسماه كون Kuhn بالعلم الثوري *revolutionary science* والذي سيتحول إلى علم عادي بعد حصول التوافق عليه بين العلماء. ويرى كون Kuhn أن الطريقة العلمية بحد ذاتها ليست كافية وحدها للمصادقة على صلاحية العلم، بل أن الطريقة وإجماع الجماعة العلمية يكفلان هذه الصلاحية. وزيادة على ذلك فإن تطور العلوم هو سيرورة شديدة التأثر بالقوى السياسية والإجتماعية الفاعلة خلال حقبة تاريخية معيّنة (Duschl, 1994). وأظهرت دراسات تاريخية ان الصيغ النظرية لعلم ما وتطبيق الطرائق الخاصة به ومعاني مفرداته ومعايير البيّنة *Standards of*

*evidence* فيه، تتقدم عبر مراحل. وفي هذا المجال أظهرت الدراسات التاريخية بحسب رأي دوشل (Duschl, 1994, P. 446) ما يلي:

(أ) إن المعايير التي تستخدم في تقييم كفاية وملاءمة النظريات والتفسيرات العلمية تتغير من جيل إلى آخر .

(ب) إن المعايير التي تستخدم في الحكم على النظريات في زمن ما ليست أفضل أو أصح من المعايير التي تستخدم في زمن آخر.

(ج) إن المعايير التي تستخدم في تقييم التفسيرات العلمية في زمن ما هي على صلة وثيقة بالمعتقدات العلمية السائدة في حينه.

هذا وكان للإستنتاجات المستخلصة من تاريخ العلوم مفاعيل على فلسفة العلوم بدأت نتائجها بالظهور خلال الخمسينات من هذا القرن، حين بدأ فلاسفة العلوم بطرح أسئلة مثل: هل أن النماذج *models* والنظريات العلمية هي تقديرات تقريبية للواقع، أم أنها إختراعات يستخدمها العلماء ثم يتخلون عنها حين لا تعود ملائمة لوصف الطبيعة أو تفسير ظواهرها؟ هل يتبع العلماء جميعاً الطرق نفسها في تقصياتهم؟ هل الملاحظات مستقلة عن القيم وغير متأثرة بها؟ ما هو دور الإفتراضات النظرية في عمليات الملاحظة؟ هل توجد معايير للإختيار من بين النظريات مستقلة عن القيم وغير متأثرة بها؟

لقد طرحت مثل هذه الأسئلة وأخرى أيضاً إبان سيطرة الوضعية *positivism* المنطقية على فلسفة العلوم خلال الخمسينات من القرن الحالي. ويعتقد المناطقة الوضعيون أن المعرفة العلمية هي الشكل الصحيح الوحيد للمعرفة لهذا حاولوا

وضع معايير دقيقة لإثبات صحة المعرفة العلمية تعتمد بالدرجة الأولى على الملاحظة المباشرة(1986 وMarks) . ويؤكد الوضعيون أن الهمّ الأول للعلماء هو الملاحظة لجمع الوقائع ثم تصنيفها لإكتشاف القوانين التي تسمح لهم بفهم الطبيعة والسيطرة عليها. أما الهم الثاني فهو الإلتزام بالموضوعية. وكي يكونوا موضوعيين لا يقحم العلماء ذواتهم في الظواهر والأحداث العلمية التي يدرسونها، ويميزون بين الرأي والواقع. وإستكمالاً للإلتزام بالموضوعية يعتمد العلماء، عادة، الطريقة العلمية في عملهم. وهي طريقة للبحث والتقصّي ترتكز على التفكير الإستقرائي *inductive* وعلى التجارب المضبوطة. وفي تطبيقهم لهذه الطريقة يتقدم العلماء من الملاحظات إلى الفرضيات ثم إلى النظريات وصولاً إلى القوانين. وما يدعم إحدى الفرضيات ويؤكد صحتها هو مجموعة من البيّنات والأدلة المتنوعة والمؤيدة لهذه الفرضية، مع غياب للبيّنات والأدلة المناقضة لها، بالإضافة إلى دقة في تنفيذ العمل المخبري. وينتج عن الإلتزام بهذا المسار الدقيق معرفة علمية موضوعية لأن الإستقصاء العلمي يستند إلى معطيات تم تحصيلها نتيجة ملاحظة *observation* مستقلة عن النظرية وغير متأثرة بها (الملاحظة تسبق النظرية)، وهي أيضاًمعرفة علمية موضوعية لأن النظريات تُختبر بمقارنتها بالواقع، والإختيار بين النظريات هو عملية عقلانية وموضوعية ومستندة إلى معطيات صحيحة (Marks, 1986).

## ثانياً: التصورات التقليدية والمعاصرة للتعلم والتعليم والمعرفة

كان للبنائية *constructivism*، وهي أكثر نظريات التعلم النفسية شيوعاً حالياً، تأثير هام على إعداد مناهج العلوم وعلى إتخاذ القرارات المتعلقة بالتعلم. فقد ساعدت المربين على إعادة تعريف التعلم بإعتباره سيرورة ناشطة لبناء المعرفة على نقيض تعريف السلوكية *behaviorism* للتعلم بإعتباره سيرورة غير ناشطة لتراكم المعرفة. وسنعرض فيما يلي خصائص وجهات نظر أتباع كل من المدرستين السابقتين حول التعلم والتعليم والمعرفة.

### ١- وجهة نظر السلوكيين

يرى السلوكيون أن التعلم هو "منظومة من الإستجابات السلوكية لمثيرات طبيعية" (Fosnot, 1995, P. 8 ) تؤدي إلى شبكات من التداعيات والسلوك المتعلّم. فالتعزيز والممارسة والإثارة الخارجية شروط ضرورية لتكوين التداعيات ولتقويتها. وفي هذا السياق، وكي يكون فعالاً، على المعلم أن يضع خططاً لتجارب ولأنشطة ولأعمال مثيرة للتلاميذ، وأن يتواصل معهم بشأن هذه المخططات لتنفيذها. وبعد التنفيذ يزودهم بتغذية راجعة أو بمؤازرة في عملهم. وبدون تفاعل يتقبل التلاميذ المعلومة ويستوعبونها. وقد ينتجون أحياناً من المعلومات الجزئية، التي زودهم بها المعلم، معلومة كلية.

وقد طبقت السلوكية في تعليم العلوم من خلال التأكيد على ما يلي:

(أ)- المعرفة العلمية هي ما يعرفه المعلمون: المعلم ينقل المعرفة.

(ب) – إن عقل التلميذ، وعلى نقيض المعلم، هومثل صفحة بيضاء أو علبة فارغة.

(ج) – إن مهمة المعلم هي نقل المعرفة إلى التلاميذ، فالمعلم فعّال.

(د) – التلميذ، وعلى عكس المعلم، هو غير فعّال إذ يكتفي بقبول المعرفة التي يقدمها المعلم.

(هـ) – التعلم هوعملية تراكم للمعرفة غير ناشطة.

(Center for Studies in Science and Mathmatics Education , 1987)

## ٢– وجهة نظر البنائيين

يرى البنائيون أن التعلم هو "سيرورة بحث يقوم فيها المتعلم، بالدرجة الأولى، بإيجاد علاقة بين الجديد الذي صادفه (بغض النظر عن المصدر) وبين ما كان لديه من أفاهيم". فالتلميذ الذي يتعلم شيئاً ما هو الذي يدرك فكرة جديدة وعليه أن يجد لها موضعاً في شبكة أفاهيم، دلالية *semantic* وتركيبية *syntactic*، مكوّنة سابقاً لديه. وهو الذي يحكم على صحة ما تعلمه (الأمر الذي يتطلب ربط الأفهوم بمعايير البيّنة الخاصة به). وهو الذي يحكم على إتساق ما تعلمه مع الأفاهيم الأخرى (الأمر الذي يقتضي أحياناً إجراء تغيير في التنظيم الأفهومي بكامله). ويرون أيضا ان تعلم فكرة ما بأي طريقة لا تراعي النظرية البنائية لا يعدو كونه إكتساب بعض التعابير التي تصدر إستجابة لمثير . ولا يؤدي، في كل الأحوال، هكذا تعلم إلى فهم المتعلم للفكرة وإلى إستخدامها بطريقة واعية ومثمرة (Strike, 1983, P. 180). وخلال التعلم يستوعب المتعلم، بفعالية ونشاط، الأفكار الجديدة في إطار ما كان يملكه من أفكار أو يعدّل بعض أفكاره القديمة لتتكيف مع الأفكار

الجديدة. وعندما يواجه المتعلم وضعاً جديداً يحاول إستيعابه في البناء المعرفي الموجود لديه وذلك بالتحقق من توافق هذا الوضع مع أفاهيمه الخاصة.

وإذا لم يكن الأفهوم الجديد متسقاً مع البنى المعرفية الموجودة يتغير الإطار المرجعي الأفهومي للمتعلم وفق ما يُعرف بعملية التغيير الأفهومي *conceptual change* وذلك حتى يتكيف، أي الإطار المرجعي، مع الأفهوم الجديد. وتحدث كل العمليات المذكورة آنفاً في مواجهة الأفاهيم السائدة لدى المتعلم.

وقد طبقت البنائية في تعليم العلوم من خلال التشديد على النقاط التالية:

(أ) التلاميذ هم معالجون فعالون للمعلومات. يقبلون على تعلم العلوم وهم يحملون معهم آراءهم الخاصة حول الظواهر الطبيعية. وهي آراء تكونت لديهم من خلال خبرات الحياة اليومية.فالتلاميذ ليسوا صفحات بيضاء.

(ب) تتفاعل الأفكار المكونة لدى التلاميذ، والتي هي على صلة بالعلوم، مع الخبرات والظواهر الجديدة. فالتلاميذ يربطون بين أفكارهم السابقة والخبرات الجديدة.

(ج) تسمح عملية الربط بالأفكار السابقة للتلاميذ بمحاولة إدراك معنى التجارب الجديدة. فالتلاميذ يدركون دلالة التجارب الجديدة ببناء معنى لها خاص بهم.

(د) يتغير دور المعلم في هذا السياق. فهو لا يقوم بتمرير نتف من المعلومات إلى التلاميذ بل يوفر لهم الخبرات التي تمكنهم من بناء المعاني الخاصة بهم. فالمعلم يقوم بدور الميسّر والمساعد وليس دور الناقل للمعرفة.

(هـ) التعلم هو عملية تفاعل ناشطة يستخدم التلميذ فيها أفكاره السابقة لأدراك معاني التجارب والخبرات الجديدة ولا يقوم، من دون تفاعل، بدور المستقبل أو الممتص للمعلومة التي يقدمها المعلم.

(و) المعرفة هي ما يبنيه التلاميذ، وهي لا توجد، بالتالي، مستقلة عنهم.
(Center for Studies in Science and Mathmatics Education, 1987)

## ٣- التغيير الأفهومي *Conceptual Change*

إذا كان التعلم عملية بناء نشطة تتطلب أحياناً إحداث تغيير أفهومي فكيف يحصل هذا التغيير؟

ترتكز أواليات التغيير الأفهومي، وحسب بياجيه Piaget، على فكرتي الإستيعاب – أي إضافة المعلومة الجديدة إلى البنية الذهنية *Schema* الموجودة – والتكيّف – أي تغيير البنية الذهنية لتدخل فيها المعلومة الجديدة –. كما أن الصراع بين التصورات الموجودة لدى التلاميذ وبين الخبرات الجديدة التي يمرون بها يدفعهم إلى التخلي عن التصورات الموجودة وإستبدالها بأخرى جديدة وأكثر تعقيداً.

وتقدم Vosniadou صيغة أخرى للتغيير الأفهومي (Vosniadou, 1988) . فهي تفترض أن التلاميذ يبنون، وهم يتعلمون، ثلاثة أنواع من النماذج الذهنية: الظاهراتية *phenomeenal* والعلمية والإستيعابية *assimilatory*. فالنماذج الذهنية الظاهراتية تتركب من وحدات صغيرة من المعرفة الحدسية *intuitive* تسمى "معتقدات خبراتية" *experiential beliefs* (ص ٥) وهي تختلف قليلاً عن العالم

الواقعي. ولا تقيم هذه النماذج الدليل على تأثير للفكر العلمي. أما النماذج العلمية فهي التي يحملها الخبراء في مجال معيّن . بينما تحمل النماذج الأستيعابية خصائص النموذجين السابقين.

ويقدم Songer و Linn وصفاً آخر للتغيير الأفهومي(Linn & Songer, 1991). وهو أن التلاميذ يبدأون بإكتساب المعرفة عبر إنماء المعرفة العملية *action knowledge* من غير تبصر (ص ٣٨٢) وذلك حصيلة النشاط والملاحظة خلال إستجاباتهم الأولى للأحداث التي يواجهونها في حياتهم. وبإستخدامهم للتجريد الواعي يدمج التلاميذ المعارف العملية لإنتاج التصورات الحدسية *intuitive conceptions* (ص ٣٨٢) وذلك خلال محاولاتهم تفسير سلسلة من الأحداث المتشابهة التي يصادفونها في حياتهم اليومية أو في أثناء التعلم. ويرى هذان الباحثان أيضاً أنه "من الممكن أحياناً دعم سيرورة الملاحظات التي تؤدي إلى دمج المعرفة العملية بواسطة تعليم يتسم بتقديم تمثيلات *representations* متعددة للفكرة الواحدة" (ص ٣٨٢). ونتيجة لذلك فإن هكذا تعليم فعّال يمكن أن يساعد التلاميذ في تنظيم تصوراتهم الحدسية في مبادىء وقواعد عامة مجردة ومتسقة مع تلك التي يملكها الخبراء.

ونشير أخيراً إلى أن بوسنر وزملاؤه (Posner et al., 1982) صاغوا نظرية للتغيير الأفهومي تستند إلى أفكار مستوحاة من تاريخ العلوم وفلسفتها وإلى تصورات معاصرة حول التعلم والتعليم. وخلاصة هذه النظرية أن الصراع بين آراء التلاميذ الشخصية وبين ما يتعلمونه يجبرهم على الإختيار بين المعرفة

العملية، التي تبدو أحياناً مناقضة للحدس، وبين الآراء التي تكونت لديهم على مدى العمر. والحل يكون بواحدة من الطرق الثلاث التالية:

١) يقسّم التلاميذ المعرفة إلى فئتين: فهم يستخدمون آراءهم الشخصية، غير المقبولة علمياً، في تفسير الخبرات اليومية، ويستخدمون المعرفة العلمية في الإجابة على أسئلة المعلمين أو في الإمتحانات.

٢) يرفض التلاميذ التفسيرات العلمية بإقناع أنفسهم أن تفسيراتهم مناسبة وكافية لتفسير الظاهرة العلمية.

٣) قد ينجح التعليم الإبداعي في إقناع التلاميذ بأن وجهات النظر العلمية ليست متناقضة مع الأفكار الحدسية، وينجح بالتالي في مساعدتهم على تبديل أو تغيير آرائهم غير المقبولة علمياً.

وعلى الرغم من إمكانية تغيير الآراء الشخصية للتلاميذ نتيجة تراكم المعرفة المتعلقة بالحقائق والوقائع بواسطة التلقين، أو نتيجة التسوية ما بين الآراء الجديدة والآراء الشخصية عبر سيرورة الإستيعاب، فإن معظم المشكلات التعليمية تطفو على السطح عندما يتوجب على المتعلمين رفض ما تكوّن لديهم من آراء وأفكار أخرى جديدة ومختلفة عن ما لديهم. وقد بيّنت البحوث أن التلاميذ يعارضون تغيير آرائهم الشخصية إلا إذا أوليت هذه الآراء عناية خاصة في أثناء عملية التعليم.

وهناك من يرى أن الظروف التي يمكن أن يبدل فيها التلاميذ آراءهم غير المقبولة علمياً هي التالية (Strike and Posner, 1985; Posner et al., 1982) :

(١) – أن يكون لدى التلاميذ شعور بعدم الرضا عن أفاهيمهم الخاصة.

(٢) – أن تكون الأفاهيم الجديدة قابلة للفهم *intelligible*.

(٣) – أن تكون الأفاهيم الجديدة قابلة للتصديق *plausible*.

(٤) – أن تكون الأفاهيم الجديدة مثمرة.

ويتخلى المتعلمون عن آرائهم غير المقبولة علمياً شرط أن تكون في مواضع أدنى من موضع الآراء الجديدة في لائحة الظروف المذكورة سابقاً. فمثلاً إذا بدا الأفهوم الجديد قابلاً للفهم ومثمراً فإن المتعلمين سيحلونه مكان الأفهوم الشخصي إذا كان قابلاً للفهم فقط. كما أنهم سيستبدلون أفهومهم القابل للفهم والقابل للتصديق بأفهوم جديد مثمر. إلاّ أنهم لن يستبدلوا أفهومهم القابل للفهم والمثمر بآخر قابل للفهم فقط.

## ثالثاً:أهداف تعليم العلوم

تعكس أهداف تعليم العلوم في أي بلد، عادة، حاجات هذا البلد في زمن معين، على أن تتغير هذه الأهداف مع تغير الحاجات. لهذا إذا كانت دولة نامية بحاجة ماسة إلى المهندسين والأطباء ورجال العلم وما شابه فعلى مناهج العلوم فيها إعداد أكبر عدد ممكن من التلاميذ لمتابعة الدراسة في هذه الإختصاصات. أما إذا كان على البلد مواجهة مشكلات صعبة ذات علاقة بالعلوم، ويقتضي حلها

إسهام كل المواطنين، فمن اللازم أن يعكس المنهج هذه الأهداف دون أن يعني ذلك إهمال إعداد التلاميذ لدراسة المهن. وسيكون لإختيار هذا الهدف أو ذاك مقتضياته ومتطلباته في المنهج وفي التعليم.

إن تحضير التلاميذ كي يصيروا لاحقاً مهندسين وعلماء أو قادرين على إتخاذ القرارات في مواجهة المشكلات اليومية يتطلب من هؤلاء التلاميذ تعلم أنواع وكميات مختلفة من المعلومات وحل مشكلات متباينة ذات خصائص مختلفة ويستلزم حلّها انواعاً خاصة من المهارات. فعلى سبيل المثال يتطلب إعداد تلميذ كي يتخصص في الفيزياء أو في علم الأحياء أن يدرس بالتفصيل حقائق وأفاهيم ونظريات الفيزياء أو علم الأحياء، كذلك السيرورات والأدوات التي تستخدم لإنتاج المعرفة في مجال الفيزياء أو علم الأحياء . ويلزم التلميذ أيضاً أن يحل أنواعاً مختلفة ومتعددة من المسائل الأكاديمية في حقل الإختصاص والتي يستلزم حلها معرفة عميقة بالرياضيات. ويمكن لهذا التلميذ أن يدرس أيضاً موضوعات علمية أخرى وإن كان هذا الشرط غير ضروري.

أما التلميذ الذي يتصدى لحل مشكلات الحياة اليومية ذات الصلة بالفيزياء أو بعلم الأحياء فغير مطلوب منه دراسة كافة موضوعات الفيزياء أو علم الأحياء وبكل تفاصيلها. وفي أكثر الوضعيات ليس مطلوبا" منه حل مسائل ذات طابع رياضي. إن حل مشكلات الحياة اليومية – مشكلات البيئة مثلاً – يختلف في وجوه كبيرة عن حل المسائل الأكاديمية أو المسائل الموجودة في الكتب (أنظر الشكل رقم ١).

وإذا كان الهدف تحضير التلاميذ لحل المشكلات اليومية ذات العلاقة بالعلوم على المنهج أن يراعي الخصائص المذكورة في الشكل رقم ١ وأن يتبنى طرائق للتعليم تساعد التلاميذ على إستخدام أكثر من مجال معرفي واحد *discipline* لإيجاد حلول متعددة للمشكلة. وينبغي أن يساعد المنهج التلاميذ على تقويم الحلول بما في

| المسائل الأكاديمية | المشكلات المتعلقة بالحياة اليومية |
|---|---|
| نتيجة واحدة متوقعة | عدة نتائج ممكنة |
| محدَّدة بشكل تام | غير محدَّدة تماماً |
| تؤكد على إختصاص معرفي واحد | تتناول عدة إختصاصات معرفية |
| الحل صحيح أو خاطيء | يتطلب التقويم تحليل خسائر الحلول وفوائدها |
| الحكم على الحل فوري | الحكم على الحل مؤجل |
| الحلول خوارزمية | الحلول هيورستية *heuristic* |
| المعرفة اللازمة للحل متوافرة | المعرفة اللازمة للحل ناقصة |
| الحلول موضوعية | الحلول تتأثر بالقيم |
| اللاحل ليس حلاً | اللاقرار هو قرار بحد ذاته |
| مملَّة | مؤلمة |

شكل رقم ١- الفروق الرئيسية بين المسائل الأكاديمية ومشكلات الحياة اليومية (Heikkinen, 1987)

ذلك من تقدير للخسائر وللفوائدة. وليس فقط تقريرما إذا كان الحل صائباً أم لا.

والهمّ الأساسي لهكذا منهج هو مؤازرة التلاميذ في إنتقاء المعلومة التي يفهمونها وفي إستخدامها وليس حفظ أو فهم المعلومة التي ليس لها أية وظيفة خاصة في حياتهم اليومية. وأخيراً ينبغي أن يؤكد المنهج على تعليم مهارات العمل التعاوني وحل النزاعات والوصول إلى تسويات، وهي مهارات لا تدخل في عداد أهداف المنهج الذي يركز على النواحي الأكاديمية فقط.

## رابعاً: أمثلة على كيفية مراعاة تعليم العلوم للتصورات المعاصرة لفلسفة العلوم وللتعلم وللتعليم وللأهداف

حتى يكون التجديد ناجحاً ينبغي أن يشمل كافة عناصر النظام التربوي في الوقت نفسه. فتغيير منهج العلوم ليس كافياً بحد ذاته لتحسين تعليم العلوم إذ أن التغيير في المنهج بحاجة إلى أن يترافق مع تغيير في طرائق التعليم وفي أدواته وفي ممارسات التقويم؛ على سبيل المثال لا الحصر. وسنعرض فيما يلي، مستعينين بالأمثلة، مقتضيات وإستتباعات تبني التصورات المعاصرة لفلسفة العلوم وللتعلم وللتعليم وللأهداف الخاصة بتعليم العلوم في كل مراحل التعليم.

### ١- إستراتيجيات التغيير الأفهومي

أجمعت البحوث في مجال تعليم العلوم أن للتلاميذ آراء غير مقبولة علمياً بشأن الأفاهيم العلمية، وأن هذه الآراء تتأثر بعوامل العمر والقدرة والجنس

والظروف الثقافية للتلاميذ، وهي تؤثر في كيفية معالجتهم للمعرفة العلمية الجديدة، كما أنها تعيق إكتساب الأفاهيم العلمية الشكلية (Wandersee, et al., 1994).

وأظهرت البحوث أيضاً إمكانية تغيير هذه الآراء بواسطة إستراتيجيات تعليم خاصة بالتغيير الأفهومي. من هذه الإستراتيجيات:

(أ)- كشف تصورات التلاميذ وإظهار تناقضها (Burbules & Linn, 1988; Cross & Pitekethly, 1988; Darden, 1992; Dreyfus, et al., 1990; Hewson, 1982; Hynd et al., 1994).

(ب)- إستخدام تاريخ العلوم.(Nussbaum, 1983; Vosniadou & Brewer, 1987)

(ج)- إستخدام التماثلات *analogies* (Brown & Clement, 1989; Gilbert, 1989; Harrison & Treagust. 1993)

(د)- الطريقة السقراطية (Vosniadou & Brewer, 1987)

(هـ)-الخرائط الأفهومية *concept maps* (Fellows, 1993)

## ٢- الكشف عن تصورات التلاميذ

قبل البدء بتطبيق إستراتيجيات التغيير الأفهومي ينبغي الكشف عن الأفكار التي يحملها التلاميذ. وقد إستخدمت طرق مختلفة في تنفيذ عملية الكشف هذه. من هذه الطرائق (على سبيل المثال لا الحصر):

(أ)- المقابلة حول أحداث متعلقة بالعلوم: وقوام هذه الطريقة أن يلاحظ التلاميذ مباشرة أحداثاً واقعية وحقيقية تجري أمامهم أو صوراً لهذه الأحداث، مثل

إنعكاس الضوء أو إمتصاصه والتبخر والتكثيف والذوبان والترسب. ثم يطلب منهم شرح وتفسير ما شاهدوه وما فهموه.

(ب)- المقابلة حول شواهد *instances* حيث يطّلع التلاميذ على صور أو رسوم تتعلق بمفردة علمية أو بأفهوم مثل نبتة أو شجرة أو حيوان. ثم يطلب منهم شرح ما يعنيه الأفهوم أو المفردة.

(ج)- الإستمارات المتعددة الإختيارات وهي تتألف من بنود متعددة الإختيارات.وتستند الإختيارات إلى الأجوبة التي يعطيها التلاميذ خلال المقابلة. ومن اليسير على المعلمين إستخدام هذه الطريقة، كما أنها توفر الوقت.

(د)- الإستمارات ذات الطبقتين *two-tier type questionnaires* ويأتي كل بند من بنود هذه الإستمارات في طبقتين. حيث يكون سؤال الطبقة الأولى مشابهاً لبنود الإستمارات متعددة الإختيارات. أما أسئلة الطبقة الثانية فهي إما مفتوحة *open ended* بحيث تسمح للتلاميذ بتبرير الإختيارات التي تبنوها في سؤال الطبقة الأولى. أوتتضمن تبريرات لهذه الإختيارات يختار منها التلاميذ ما يتناسب أو ما يتفق مع تفكيرهم. ويوفر هذا النوع من الأسئلة معلومات حول آراء التلاميذ وتصوراتهم للأفاهيم الواردة في البنود، أكثر مصداقية مما توفره البنود المتعددة الإختيارات وحدها (شكل رقم ٢).

(هـ)- الخرائط الأفهومية *concept maps* : يقوم التلاميذ بتنظيم الأفاهيم على نحو تراتبي، بدءاً بالأفاهيم العامة وإنتهاءاً بالأفاهيم الخاصة، ثم رسم دوائر

حول التعابير التي تمثل الأفاهيم، وربط الدوائر بخطوط موصوفة بكلمات أو تعابير ربط. ويمكن أن يستخدم التنظيم التراتبي وكلمات الربط في تحديد أفكار التلاميذ غير المقبولة علمياً.

عندما تكون الشمعة مشتعلة:

أ- توجد حاجة إلى الهواء لمساعدة الإشتعال لكن من دون إستهلاك أي جزء منه.

ب- يتغير جزء من الهواء ويصير شيئاً آخر.

ج- لا توجد حاجة إلى الهواء عندما تشتعل الشمعة.

إشرح جوابك:

الشكل رقم ٢. مثال على بند غستمارة من نوع الطبقتين.

## ٣- أمثلة على دروس تستخدم إستراتيجيات التغيير الأفهومي

يوضح المثلان التاليان كيف يمكن للمعلمين الإفادة من أفكار مستقاة من تاريخ العلوم وفلسفتها ومن التصورات المعاصرة للتعلم والتعليم بهدف تغيير بعض تصورات التلاميذ غير المقبولة علمياً.

أ- المثل الأول

- العنوان: تغير وزن قطعة من صوف الفولاذ *steel wool* عند حرقها.

- الأهداف: أن يصير التلاميذ قادرين على:

١) إدراك أن العلم هو في الوقت نفسه محتوى معرفي وسيرورة تقصّ وتفكير.

٢) تحديد تصوراتهم الخاصة حول الإحتراق والتي هي غير مقبولة علمياً.

٣) إستبدال تصوراتهم حول الإحتراق وغير المقبولة علمياً بأخرى مقبولة علمياً.

- الأجهزة والأدوات والمواد:

- ميزان

- أعواد ثقاب

- صوف فولاذ

- الإجراءات: (موجّهة إلى المعلم)

١) علّق قطعة من صوف الفولاذ في كل كفة من كفتي الميزان وحقق التوازن. إسأل التلاميذ عن توقعاتهم فيما لو أحرقت إحدى قطع صوف الفولاذ

بواسطة حارق بنزن *bunsen*. يسجل التلاميذ هذه التوقعات على نموذج خاص يوزّع عليهم (الشكل رقم ٣).

٢) يكتب التلاميذ تفسيراً لتوقعاتهم على النموذج الخاص.

٣) نفّذ التجربة مستخدماً حارق بنزن مع توجيه للنار على قطعة صوف فولاذ واحدة حتى يحصل تغيير ويميل الميزان لجهة هذه القطعة. أطلب من التلاميذ تسجيل ملاحظاتهم على النموذج.

٤) وزّع التلاميذ على مجموعات وأطلب منهم مقارنة نتائج العرض مع توقعاتهم الخاصة لإيجاد تفسير لعدم التوافق. أطلب منهم تسجيل جواب المجموعة على النموذج.

٥) أطلب من كل مجموعة أن تعرض تفسيرها أمام الصف وأن تكتب هذا التفسير على اللوح.

٦) أدر نقاشاً حول مجموع التفسيرات وأدخل تفسيرات بديلة إذا لزم الأمر. علّق على تفسيرات التلاميذ أو كلّفهم بذلك. ساعد التلاميذ في تخطيط تجارب لإختبار التفسيرات البديلة.

٧) قدّم التفسير العلمي في نهاية النقاش. أطلب من التلاميذ كتابة هذا التفسير على النموذج.

• التفسير:

يتفاعل الحديد الموجود في صوف الفولاذ مع الأوكسيجين لتكوين أكسيدات الحديد، فيميل الميزان بالتالي لجهة قطعة الفولاذ التي أُحرقت.

| السؤال | توقع التلميذ | تفسير التلميذ | نتائج العرض | تفسير المجموعة | التفسير العلمي |
|---|---|---|---|---|---|
| إلى أية جهة سيميل الميزان بعد حرق قطعة واحدة من صوف الفولاذ؟ | | | | | |

الشكل رقم ٣- نموذج يملؤه التلاميذ في سياق تنفيذ إجراءات الدرس

• تبرير العرض بلغة فلسفة العلوم والتصورات المعاصرة للتعلم وللتعليم.

من المحتمل أن يتوقع معظم تلاميذ المرحلة المتوسطة ميل الميزان لجهة قطعة صوف الفولاذ التي لم تحرق. فقد أظهرت البحوث أن التلاميذ يعتقدون بأن وزن الأشياء ينقص عند حرقها لأن الإحتراق "يستهلك" شيئاً ما. فمثل هذه الإعتقادات دفعت بالعلماء الذين سبقوا لافوازيه Lavoisier إلى صياغة نظرية الفلوجستون *phlogiston* لتفسير ملاحظاتهم. وتقول هذه النظرية أن المواد تحترق لأنها تحتوي على الفلوجستون الذي ينبعث منها عند إحتراقها. لهذا ينقص وزن

هذه المواد. وبناءً على هذه النظرية فإن الكربون يحترق بشكل جيد لأنه يحتوي كمية كبيرة من الفلوجستون. وينطبق الأمر نفسه على الشمع. كانت نظرية الفلوجستون كافية لتفسير الملاحظات اليومية حتى لاحظ لافوازيه إزدياداً في أوزان بعض المواد عند إحتراقها. مما دفعه إلى صياغة نظرية بديلة لتفسير الإحتراق.

لقد طبقت في النشاط الذي عرضناه نظرية التغيير المفهومي كما عرضها هوسون وزملاؤه(Hewson et al., 1982). ففي الدرجة الأولى كشفت توقعات التلاميذ الستار عن الأفكار التي يحملونها. وبسبب وجود صراع بين توقعاتهم من جهة وملاحظاتهم من جهة أخرى كانوا غير راضين عن تصوراتهم الخاصة. كما أن التفسير العلمي، الذي تتبغي صياغته بتعابير وكلمات يفهمها التلاميذ، يجعل التصور الجديد قابلاً للفهم وللتصديق. وتزداد الفائدة من التصور الجديد كلما طلب إلى التلاميذ التعامل مع أمثلة أو وضعيات مشابهة أو جديدة. ويمكن الإفادة من هذه التجربة كي نبيّن للتلاميذ أن العلم مؤقت وغير نهائي. فهو يرتكز على البيّنة المقبولة في الوقت الذي تنفذ فيه التجربة. ومن الممكن أيضاً أن نوضح للتلاميذ أنه، وعلى الرغم من أن العلماء الذين سبقوا لافوازيه كانوا يستخدمون الطريقة العلمية في بحوثهم، فإن نتائج هذه البحوث قد بينت بطلان نظريات علمية كانت سائدة في حينه.

وأخيراً، يتبيّن للمعلم في سياق هذه التجربة أن التلاميذ يأتون إلى الصف وهم يحملون تصورات تكونت لديهم نتيجة التفكير بالتجارب والخبرات اليومية، وأن هذه التصورات توجه وتحدد ملاحظات التلاميذ وتوقعاتهم وتفسيراتهم. وفي هذا

دلالة على أن الملاحظات العلمية تتأثر بالنظريات التي يحملها الملاحظ وبتفسيراته للطبيعة.

ب- المثل الثاني

- العنوان: لماذا يرتفع الماء؟[1]

الأهداف: أن يصير التلاميذ قادرين على:

١) إدراك أن العلم هو في الوقت نفسه محتوى معرفي وسيرورة تقصّ وتفكير.

٢) تحديد تصوراتهم الخاصة حول إرتفاع الماء والتي هي مرفوضة علمياً.

٣) إستبدال تصوراتهم الخاصة حول إرتفاع الماء والمرفوضة علمياً بأخرى مقبولة علمياً.

- الأجهزة والأدوات والمواد:

- حوض أو طست.
- عيدان ثقاب.
- مرطبان *gaz jar*.
- شموع صغيرة.

---

[1] مأخوذ من: Lawson et al., (1989)

- معجون للتشكيل *modeling clay*

• الإجراءات (موجهة إلى التلاميذ)

١) ثبّت الشمعة في وسط الطست مستخدماً معجونة التشكيل.

٢) ماذا تعتقد أنه سيحصل إذا أشعلت الشمعة وغطيتها بالمرطبان؟ فسّر جوابك.

٣) أشعل الشمعة ثم غطّها بالمرطبان. لاحظ ماذا يحصل ودوّن ملاحظاتك.

٤) فسّر الملاحظات الواردة في الخطوة رقم ٣.

٥) إرفع المرطبان وجففه. ثبّت شمعة ثانية إلى جانب الأولى. ماذا تعتقد أنه سيحصل إذا أشعلنا الشمعتين ثم غطيناهما بالمرطبان؟ فسّر جوابك.

٦) أشعل الشمعتين ثم غطهما بالمرطبان. لاحظ ماذا سيحصل ودوّن ملاحظاتك.

٧) فسّر الملاحظات الواردة في الخطوة رقم ٦.

• التفسير

عندما نغطي الشمعة بالمرطبان يستمر إشتعال الفتيل ومادة الشمع حتى لا يتبقى في المرطبان ما يكفي من مادة الأوكسيجين لأستمرار الإشتعال فتنطفىء الشمعة.إلاّ أنه وفي أثناء الإشتعال ترتفع درجة الحرارة في داخل المرطبان فيتمدد الهواء الموجود في الداخل وتتسرب كمية منه إلى الخارج عبر منطقة تماس المرطبان مع الطست. وبعد إنطفاء الشمعة تنخفض درجة حرارة الهواء المتبقي في المرطبان فيتقلص حجمه وينشأ بالتالي فراغ جزئي يملؤه الماء المرتفع في

المرطبان إلى حد تساوي ضغط الهواء في داخل المرطبان مع الضغط الجوي في الخارج. وعند إشعال شمعتين تتسرب إلى خارج المرطبان كمية من الهواء أكبر مما لو أشعلنا شمعة واحدة. وهكذا يكون إرتفاع الماء في المرطبان أعلى عند إشعال شمعتين مما هو عند إشعال شمعة واحدة.

• تبرير العرض بلغة فلسفة العلوم والتصورات المعاصرة للتعلم وللتعليم.

في ردهم على السؤال الوارد في الخطوة رقم ٢ من الإجراءات يعطي التلاميذ التفسير النموذجي التالي: تستهلك الشمعة الأوكسيجين الموجود في داخل المرطبان مما يؤدي إلى خلق فراغ يجذب الماء إلى أعلى. وفي هذا الرد تصوران مختلفان عما هو مقبول علمياً. التصور الأول هو إستهلاك الأوكسيجين عند الإحتراق ولكن من دون إنتاج لثاني أوكسيد الكربون. والتصور الثاني هو جذب الفراغ للماء مع إستبعاد دور الضغط الجوي في دفع الماء إلى داخل المرطبان. عندما يلاحظ التلاميذ العرض ، تتحدد ملاحظاتهم بالتصورات وبالنظريات البديلة حول الإحتراق والفراغ والتي كانوا قد طوروها سابقاً في محاولاتهم لفهم وإدراك الخبرات التي يتعرضون لها في حياتهم اليومية. وتظهر هذه الوضعية أن التلاميذ يعالجون المعلومات بحيوية حين يحاولون إدراك معنى ما يلاحظون، وأن الملاحظات تتأثر بالقيم *value laden* وبما لديهم من نظريات. وتفيد الخطوات الأربع الأولى من الإجراءات في كشف الستار عن تصورات التلاميذ. وحين ينفذ التلاميذ الخطوات ٥ و٦ و٧ من الإجراءات، حيث يشعلون شمعتين بدلاً من شمعة واحدة، يتبيَّن لهم أن الملاحظة لا تدعم نظريتهم في إستهلاك الأوكسيجين فالماء يرتفع إلى أكثر مما تتوقعه هذه النظرية، أي الإرتفاع

نفسه كما في حالة شمعة واحدة، لأن كمية الأوكسيجين في داخل المرطبان هي نفسها في الحالتين. ويخلق التناقض بين التوقعات وبين الملاحظة صراعاً لدى التلاميذ وبالتالي عدم رضا عما لديهم من نظريات. ويخلق الصراع الظروف الضرورية لرفض التصورات الموجودة وبالتالي نجاح عملية التغيير الأفهومي. وحين يصادف التلاميذ وضعية جديدة يحاولون إستيعابها في إطار البناء المعرفي البديل لديهم، وذلك بالتحقق من توافق هذه الوضعية مع الأفاهيم المتكونة لديهم. لكن وبما أنهم لا يستطيعون تفسير ملاحظاتهم بما لديهم من نظريات وبنى معرفية فقد بات عليهم تبديل هذه النظريات وفق سيرورة التغيير الأفهومي لتتغير وتتوافق مع الأفهوم الجديد (أنظر Strike, 1987 المذكور سابقاً). فالإستيعاب *assimilation* مشابه لعمل العلماء في مرحلة العلم السوي بينما يشبه التكيف *accommodation* عملهم في مرحلة الثورة العلمية (أنظر Kuhn, 1970 المذكور سابقاً).

يستطيع المعلمون إستخدام هذا العرض التجريبي لمساعدة التلاميذ على فهم سيرورة صياغة الفرضيات وإختبار صحتها وتخطيط التجارب. كما يتضح للتلاميذ أيضاً أن التفسير الأول الذي أعطوه لإرتفاع الماء هو فرضية مبنية على معرفة سابقة، وأنه لرفض هذه الفرضية أو قبولها عليهم إجراء سلسلة من التجارب. وكذلك عند إدخال متغيرات جديدة (شمعتان بدلاً من شمعة واحدة)، مع عدم ملاءمة الفرضية لتفسير الملاحظات، كان لابد من إستبدال الفرضية بأخرى وإعادة إختبار الفرضية البديلة.

## ٤- تعليم التلاميذ تحليل مشكلات الحياة اليومية

يمكن إستخدام الإستراتيجيتين التاليتين في تحليل قضايا البيئة ومشكلات أخرى من الحياة اليومية تمهيداً لإتخاذ القرار. فإستراتيجية دولاب المستقبل *futures wheel*[٢] مأخوذة عن منهج: Futures Wheel Curriculum Grades 4-8 (St. Paul MN: The Acid Rain Foundation, Inc, 1985) وهو مخصص لصفوف المرحلة الإبتدائية العليا والمرحلة المتوسطة. أما الإستراتيجية الثانية فتدعى تقنية تحليل القضايا *The Issues Analysis Technique* وهي أيضا"مخصصة لتلاميذ المرحلة الثانوية والجامعية الأولى. وقد اقتبست من عمل رمسي Ramsey وزملائه (Ramsey, et al., 1990)

### أ- المثل الأول: دولاب المستقبل *The Futures Wheel*

دولاب المستقبل هو أداة تعليمية تساعد التفكير الإبداعي عند تقصي وتحليل إستتباعات قضية معينة أو حدث أو قرار أو تطور علمي أو تكنولوجي. وعند إستخدام دولاب المستقبل لا يمكن أن نتوقع من التلاميذ إتخاذ قرار بل تحليلاً لإستتباعات القضية أو الحدث أو القرار تمهيداً لإتخاذ القرار. والسؤال التوجيهي الذي يطرحه التلاميذ عند بناء دولاب المستقبل هو التالي: "ماذا يمكن أن يحصل إذا...؟".

---

[٢] للإطلاع على أنشطة أكثر تفصيلاً أنظر: Bloomfield, et al., (1996)

ويوضح المثل التالي كيف أن دولاب المستقبل يساعد التلاميذ على تفحص التأثيرات المختلفة لقرار يتعلق بقضية بيئية وبالتحديد منع صيد الطيور في لبنان. ويمكن إستخدام موضوعات أخرى لبناء دولاب المستقبل مثل: إنشاء محرقة للنفايات، إنشاء مصنع في منطقة سكنية، السماح بالسير للسيارات التي تعمل على المازوت، إستخدام الحاسوب في مراكز العمل، منع رش المبيدات...

- الأهداف: أن يصير التلاميذ قادرين على:

١) إدراك أن لكل قرار إنمائي أو علمي أو تكنولوجي مفاعيل متعددة.

٢) بناء دولاب مستقبل لكشف مفاعيل قرار إنمائي أو علمي أو تكنولوجي.

٣) معرفة قيمة دولاب المستقبل كأداة للتفكير بمفاعيل قرار بيئي أو علمي أو تكنولوجي أو إنمائي.

- المواد والتحضير

تحضير نسخ من الوثيقة رقم ١ *handout 1* لجميع التلاميذ.(انظر ص ٤٤)

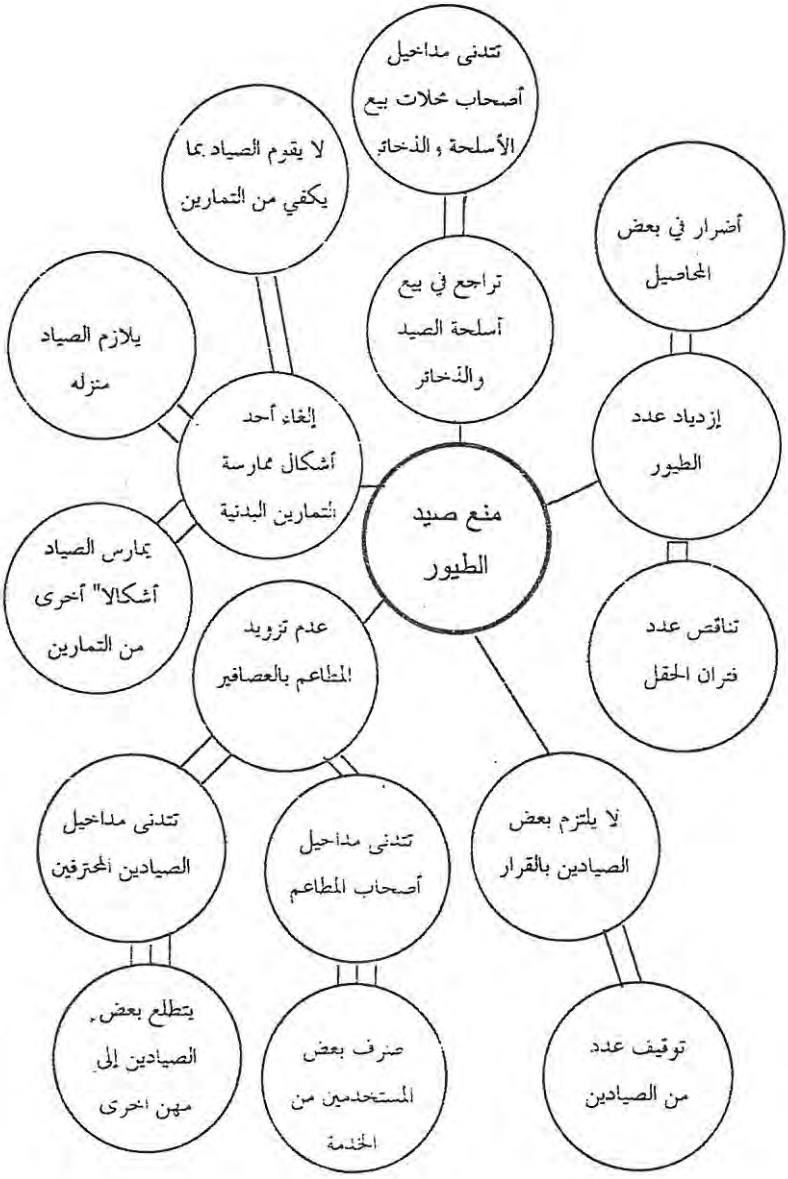
- الإجراءات (موجّهة إلى المعلم)

١) إشرح للتلاميذ أن لكل حدث علمي أو تكنولوجي ولكل قرار بيئي تأثيرات في أحداث عديدة أخرى. ثم وزّع على التلاميذ الوثيقة رقم واحد وأوضح لهم كيفية قراءتها بدءاً بالدائرة المركزية التي تتوسط الصفحة ثم الإنتقال منها إلى الدوائر المحيطة بها وهكذا إلى الدوائر في الأطراف. وضّح للتلاميذ أن الدوائر التي ترتبط بالدائرة المركزية تتضمن المفاعيل المباشرة لقرار منع

صيد الطيور في لبنان وأن خطوط الربط بينها (خطوط منفردة) تسمى روابط الدرجة الأولى. وترتبط الدوائر الأولى بمجموعة الدوائر الثانية بواسطة خطوط مزدوجة تسمى روابط الدرجة الثانية. وتتضمن مجموعة الدوائر الثانية مفاعيل الدوائر الأولى. وأخيراً تتضمن مجموعة الدوائر الثالثة مفاعيل الدوائر الثانية التي ترتبط بها بخطوط ثلاثية تسمى روابط الدرجة الثالثة. وتجدر الإشارة هنا إلى اهمية السماح للتلاميذ بطرح الأسئلة ومناقشة المفاعيل الواردة في المثل لأن الإكتفاء فقط بتعداد المفاعيل يلغي تماماً الغاية المتوخاة من إستخدام دولاب المستقبل.

٢) وزّع التلاميذ إلى مجموعات تضم كل واحدة منها ثلاثة أو أربعة تلاميذ. أعط كل مجموعة عدة اوراق بيضاء . أطلب من التلاميذ أن يختاروا قراراً محتملاً يتعلق بقضية بيئية أو بالإنماء العلمي أوالتكنولوجي ليعدوا بشأنه دولاب مستقبل. يمكن تنظيم التلاميذ في مجموعات متعاونة حيث يكلف كل عضو في المجموعة بإنجاز مهمة معينة، أو يمكن السماح لهم بالعمل في مجموعات مؤلفة من تلميذين إثنين إذا لم يكونوا معتادين على العمل ضمن مجموعات متعاونة.

٣) عند بناء دولاب المستقبل الخاص بهم على التلاميذ أن يبدأوا برسم دائرة مركزية في وسط الورقة يسجلون ضمنها الموضوع الذي يقومون بتحليله. ثم يطرحون على أنفسهم السؤال التالي: "ماذا يمكن ان يحصل إذا... ؟" وبالإرتباط مع الموضوع (مثلاً: ماذا يمكن ان يحصل اذا أُنشئت محرقة للنفايات في إحدى ضواحي بيروت ؟). وعند حصولهم على ما بين ثلاثة إلى


منع صيد الطيور
تتدنى مداخيل أصحاب محلات بيع الأسلحة والذخائر
تراجع في بيع أسلحة الصيد والذخائر
أضرار في بعض المحاصيل
إزدياد عدد الطيور
تناقص عدد فرزان الحقل
لا يقوم الصياد بما يكفي من التمارين
إلغاء أحد أشكال ممارسة التمارين البدنية
يلازم الصياد منزله
يمارس الصياد أشكالاً أخرى من التمارين
عدم ترويد المطاعم بالعصافير
تتدنى مداخيل الصيادين المحترفين
يتطلع بعض الصيادين إلى مهن أخرى
تتدنى مداخيل أصحاب المطاعم
صرف بعض المستخدمين من الخدمة
لا يلتزم بعض الصيادين بالقرار
توقيف عدد من الصيادين



وثيقة رقم -١-

خمسة أجوبة على هذا السؤال يرسمون دوائر تحيط بالدائرة المركزية وتتصل بها بواسطة خطوط منفردة. يكتبون أجوبتهم ضمن هذه الدوائر. بعدها يسأل أعضاء كل مجموعة أنفسهم "ماذا يمكن أن يحصل إذا... ؟" حول كل رابط من روابط الدرجة الأولى. ويكتبون الأجوبة على هذا السؤال ضمن مجموعة ثانية من الدوائر تحيط بالدوائر الأولى وترتبط بها بواسطة خطوط مزدوجة. وتتابع العملية بمجموعة ثالثة من الدوائر.

٤) ينبغي تشجيع التلاميذ على التعرف على المفاعيل الإيجابية والأخرى السلبية لكل قرار وعدم زيادة عدد الدوائر تلافياً لإرباك التلاميذ. ففي المرحلة الإبتدائية ينبغي الإكتفاء بعدد محدود من المستويات وبعدد محدود من الدوائر في كل مستوى.

وحين ينهي التلاميذ دوالينب المستقبل الخاصة بكل مجموعة منهم يمكن الطلب إليهم إبداء الرأي ومناقشة النتائج. عندئذ يمكن إعداد دولاب مستقبل خاص بالصف إستناداً إلى المعلومات المتوفرة عند كل المجموعات. بعد ذلك يطلب إلى التلاميذ تقييم القرار المتخذ، والتفكير بقرار آخر، أو إيجاد حل توفيقي بين القرار الموجود في الدائرة المركزية وبين القرار البديل المقترح مع الأخذ بعين الإعتبار لخسائر وأرباح كل المستفيدين الواردين في دولاب المستقبل. يستطيع المعلمون ومخططو المناهج إستخدام هذه الإستراتيجية سواء لمناقشة قضايا بيئية أو الشبكات والسلاسل الغذائية. فمثلاً عند دراسة سلسلة غذائية تتضمن أحد الطيور يستطيع التلاميذ رسم دولاب مستقبل لتحليل تأثير إنقراض هذا الطائر على السلسلة الغذائية وعلى البيئة عموماً.

وتجدر الإشارة أخيراً إلى إمكانية إستخدام هذه الأداة لتعليم موضوعات في مجالات أخرى أو للتعليم وفق المنحى التكاملي أو المتعدد الإختصاصات.

ب- **المثل الثاني: تقنية تحليل القضايا** *The Issues Analysis Technique*

- الأهداف: يمكن إستخدام تقنية تحليل القضايا في أربعة مستويات (Ramsey et al., 1990) هي التالية:

١) المستوى التأسيسي: ويكون الهدف على هذا المستوى تزويد التلاميذ بالمعرفة اللازمة لفهم قضية لها علاقة بالعلوم والبحث فيها.

٢) مستوى وعي القضايا: ويكون الهدف على هذا المستوى التأكيد على وعي الحاجة لحل القضية مع إعتبار مواقف المعنيين بالموضوع على إختلافها.

٣) مستوى التقصي والتقييم: ويكون الهدف على هذا المستوى تزويد التلاميذ بالمهارات اللازمة لاقتراح حلول لقضايا ولتقييم حلول موجودة.

٤) مستوى المسؤولية المواطنية: ويكون الهدف على هذا المستوى دعم تطبيق المعرفة المكتسبة والمهارات وتطويرها وذلك بالإسهام في القرارات سواء على مستوى المجتمع المحلي أو الوطن بكامله.

- خصائص وعناصر تقنية تحليل القضايا

تقنية تحليل القضايا هي سيرورة منهجية لتحليل القضايا اليومية تمهيداً لإتخاذ القرار. وهي تساعد التلاميذ على إدراك أن القرارات تتأثر بمواقف مجموعة متنوعة من المعنيين بالموضوع لهم وجهات نظر مختلفة تجاه القضية نفسها.

أما عناصر تحليل القضايا فهي التالية (Ramsey et al., 1990):

١) مشكلة: وهي ظرف يكون فيه وضع شخص أو شيء ما في خطر.

٢) قضية *issue*: وهي مشكلة توجد بشأن حلّها قيم وإعتقادات مختلفة.

٣) لاعبون *players*: وهم مجموعة الأفراد أو المنظمات التي لها دور في القضية.

٤) مواقف *positions*: مواقف اللاعبين المتعلقة بالقضية (أو مواقع اللاعبين المهتمين بالقضية).

٥) معتقدات *beliefs*: وهي افكار متعلقة بالقضية يحملها اللاعبون صادقة كانت ام كاذبة.

٦) قيم *values*: وهي تلك الأدلة التي تعكس الأهمية النسبية للمعتقدات في وضعية معينة.

٧) حلول *solutions*: وهي مختلف الإستراتيجيات المتوفرة لحل القضية.

وتوجد أنواع عديدة من القيم التي قد تؤثر في إتخاذ القرار وهي التالية: (Ramsey et al ., 1990)

١) قيم جمالية *aesthetic*: ومرجعها تقدير الجمال من خلال الحواس.

٢) قيم بيئيّة: ومرجعها المحافظة على النظم الطبيعية وعلى سلامتها.

٣) قيم إقتصادية: ومرجعها تبادل المنافع والخدمات من أجل الربح.

٤) قيم تربوية: ومرجعها المنافع الناتجة عن التعلم والتعليم.

٥) قيم ثقافية: ومرجعها صيانة مواقف وممارسات وحدة مجتمعية.

٦) قيم ترفيهية: ومرجعها إستخدام أوقات الفراغ.

- تطبيق تقنية تحليل القضايا

عند تطبيق تقنية تحليل القضايا يبدأ المعلم بتقديم خصائص التقنية وعناصرها بالتفصيل ومع الإستعانة بالأمثلة. ومن القضايا التي يمكن تحليلها بواسطة التقنية نذكر على سبيل المثال: هل يسمح بإنشاء مقالع للصخور والحجارة في المناطق الحرجية؟ هل يسمح برمي النفايات الصلبة في مناطق مأهولة؟ هل يسمح بإنشاء مصانع في المناطق السكنية؟

وبعد ذلك يوزع تلاميذ الصف إلى مجموعات مكوّنة من ثلاثة او أربعة تلاميذ للتمرس على تطبيق التقنية تحت إشراف المعلم. في هذه المرحلة، ينبغي أن يحلل جميع التلاميذ القضية نفسها سواء حددها المعلم أم إختاروها بأنفسهم. كما ينبغي ان تكون القضية بسيطة وقابلة للحل بواسطة المعلومات التي يمكن الحصول عليها ضمن حدود المدرسة. وينبغي إعطاء التلاميذ الوقت الكافي للبحث في القضية عبر جمع المعلومات من الكتب ومن الصحف والدوريات ومن مصادر المعلومات الأخرى المتوفرة في الصف أو في المدرسة. ويحدد التلاميذ اللاعبين ومواقفهم ومعتقداتهم والقيم المرتبطة بهذه المعتقدات ويقررون إذا ما كان هناك حاجة لمزيد من المعلومات . وعند الإكتفاء بالمعطيات التي حصلوا عليها يحلل التلاميذ هذه المعطيات ويحاولون صياغة حل يجمعون عليه. إذ تقوم كل مجموعة

بكتابة تقرير عن تحليلها للقضية تعرضه أمام الصف ثم يحاول الصف بكامله الوصول إلى حل يجمع عليه كل التلاميذ.

وفي النهاية يختار التلاميذ قضية أكثر تعقيداً من تلك التي إستخدمت في النشاط الأول فيحللونها متبعين خطوات التقنية.ثم يعرضون تقريراً عن ما توصلوا إليه أمام الصف. ينبغي على التلاميذ، في هذه المرحلة، جمع المعلومات من مصادر موجودة داخل المدرسة وخارجها، أو من خلال المطالعات والمقابلات أو بحضور لقاءات ومحاضرات يشارك فيها اللاعبون، مع التنبه الدائم إلى ضرورة التحقق من صلاحيات المعلومات التي حصلوا عليها.

## References


Bloomfield, M., Dahl, C., & Paasch, R. (1996). "Real Science: An Instructional Framework for Context-Based Learning". **The Science Teacher.** (63,7): 32-35.

Brown, D, & Clement, J. (1989). **Overcoming Misconceptions Via Analogical Reasoning: Factors Influencing Understanding in a Teaching Experiment.** Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA. March 27-31.

Burbules, N.,& Linn, M. (1988). "Response to Contradiction: Scientific Reasoning During Adolescence". **Journal of Educational Psychologie.** (80):67-75.

Center of Studies in Science and Mathematics Education (1987). **Children's Learning in Science Project: Approaches to Teaching the Particulate Nature of Matter.** England: Leeds University.

Cross, R., & Pitekethly, A. (1988). "Speed, Education, and Children as Pedestrians: A Cognitive Approach to a Potentially Dangerous Naïve Concept". **International Journal of Science Education,** (10): 531-540.

Darden, L.(1992). "Strategies for Anomaly Resolution". In: R. Giere (Ed.), **Cognitive Models of Science**, Minneapolis,University of Minnesota Press.

Dreyfus, A., Jungwirth, E. & Elovitch, R. (1990). "Applying the Cognitive Conflict Strategy for Conceptual Change - Some Implications". **Science Education,** (74): 555-569.

Duschl, R. (1994). "Research in the History and Philosophy of Science". In: D. Gable, (Ed.), **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**, New York, Macmillan Publishing Company, 443-465.

Fellows, N. (1993). **Mapping Conceptual Change in Matter and**

**Molecules.** Paper presented at the annual meeting of the American Education Research Association, Atlanta, GA, (April): 12-16.

Fosnot, C. (1995). "Constructivism: a Psychological Theory of Learning". In: C. Fosnot, (Ed.), **Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice,** New York,Teachers College Press, 8-33.

Gilbert, S. (1989). "An Evaluation of the Use of Analogy, Simile, and Metaphor in Science Texts". **Journal of Research In Science Teaching,** (26): 315-327.

Harrison, A., & Treagust, D. (1993). "Teaching with Analogies: A Case Study in Grade 10 Optics". **Journal of Research in Science Teaching,** (30):1291-1307.

Heikkinen, H. (1987). "Decision Making and ChemCom". **ChemUnity,** (2,summer):7.

Hewson, M.(1982). "Students' Existing Knowledge as a Factor Influencing the Acquisition of Scientific Knowledge". **Dissertation Abstracts International,** (43,5): 1490-A.

Hynd. C., McWhorter, J., Phares, V., & Suttles, W. (1994). "The Role of Instructional Variables in Conceptual Change in High School Physics Topics". **Journal of Research in Science Teaching,** (31): 933-946.

Kuhn. T. (1970). **The Struture of Scientific Revolutions.** Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Lawson, A., Abraham, M., & Renner, J. (1989). "A theory of Instruction: Using the learning Cycle to Teach Science Concepts and Thinking Skills". **Monograph of the Association for Research in Science Teaching,** (1).

Linn, M., & Songer, M. (1991). "Cognitive and Conceptual Change in Adolescence". **American Journal of Education,** (99): 379-417.

Marks, J. (1986). **Science and the Making of the Modern World,** London Heinemann.

Nussbaum, J. (1983). "Classroom Conceptual Change: the Lesson to Be Learned from the History of Science". In H. Helm & J. Novak (Eds.), **Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics,** Ithaca, New York, Cornel University. (ERIC Document Reproduction Service ED 242 553): 272-281.

Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). "Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change". **Science Education,** (62): 211-227.

Ramsey, J., Hungerford, H., & Volk, T.(1990). "Analysing the Issues of STS". **The Science Teacher,** (57,3): 61-63.

Strike, K. (1983). "Misconceptions and Conceptual Change: Philosophical Reflections on The Research Program". **Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics**, Ithaca, New York, Cornell University. (ERIC Document Reproduction Service, ED 242553), 176-208.

Strike, K. (1987). "Toward Coherent Constructivism". **Proceedings of the International Seminar of Misconceptions and Teaching Strategies in Science and Mathematics**, Ithaca, New York, Cornell University, 481-489.

Strike, K., & Posner, G. (1985). "A Conceptual Change Vew of Learning and Understanding". In L. West & L. Pines (Eds), **Cognitive Structure and Conceptual Change**, New York, Academic Press Inc, 211-231.

Vosniadou, S. (1988). **Knowledge Restructuring and Science Instruction** (ERIC Document Reproduction Service ED 295820).

Vosniadou, S. & Brewer, W. (1987). "Theories of Knowledge Restructuring in Development". **Review of Educational Research,** (57): 51-67.

Wandersee, J., Mintzes, J., & Novak, J. (1994). "Research on Alternative Conceptions in Science". In: D. Gabel, (Ed), **Handbook of Research on Science Teaching and Learning**, New York, MacMillan Publishing Company, 177-210.