*الفصل الرابع*

# طبيعة العلوم: ماهيتها، أهميتها وموقعها في مناهج العلوم اللبنانية الجديدة

فؤاد عبد الخالق*

**ملخص:** يحاول هذا البحث أن يجيب عن ثلاثة أسئلة: كيف تُعرّف "طبيعة العلم" Nature of Science في مناهج العلوم في العالم؟ ما هي أهمية تعليم الطلاب عن "طبيعة العلم" ؟ ما هو موقع موضوع "طبيعة العلم" في مناهج العلوم اللبنانية الجديدة؟ إن فهم هذه المفاصل يكتسب أهمية خاصة في تعليم العلوم. وهذا البحث يعرض هذه المفاصل بإيجاز. كما يعرض عدة اقتراحات حول أهمية تعليم الطلاب عن "طبيعة العلم". معظمها يتمحور حول أهمية فهم "طبيعة العلم" في سبيل تحقيق "الثقافة العلمية" Scientific Literacy. ويعرض هذا البحث للأهمية التي تعلقها مناهج العلوم الجديدة في لبنان على تعليم "طبيعة العلم" وتحاول استنتاج ما إذا كانت لهذه المناهج القدرة على تزويد طلابنا بفهم عام لطبيعة العلم.

## مقدمة

بادرني ابن أختي البالغ من العمر سبعة عشر عاماً سائلاً: "أتعلم أن علاجاً جديداً لمرضى نقص المناعة قد اكتشف؟"، ثم أكمل متابعاً: "ولكن شركات الأدوية الكبرى تمنع وصوله للعامة لحماية الاستثمارات الضخمة التي وظفتها لإنتاج هذا العلاج". فسألته: "وكيف علمت بذلك؟ فأجاب: "أظهرت دراسة أن ٩٠% من مرضى نقص المناعة تم

* أستاذ مساعد في تعليم العلوم، المركز التربوي للعلوم والرياضيات، قسم برامج التربوية، الجامعة الأميركية.

شفاؤهم". فاستوقفته متعجباً: "كيف استطاع الباحثون التوصل إلى ٩٠% من مرضى نقص المناعة ومحاولة اشفائهم؟ أجاب مرتبكاً "كانت المجموعة عينة وليس كل المرضى ..."، فقاطعته: ما هو حجم العينة التي اعتمدت في هذه الدراسة؟ كيف تم إختيار المشاركين في هذه المجموعة؟ كم مرّة تكررت الدراسة؟ كيف عرفوا بأن بإمكانهم شفاء كذا وكذا من مرضى نقص المناعة؟ فقاطعني قائلاً: "كيف يمكن للمرء أن يعرف كل شيء؟ كيف تعرف مثلاً أنه تم الوصول للقمر؟ قد يكون الأميركيون صوروا المشاهد في مكان ما من الصحراء ليبرروا إنفاق بلايين الدولارات على البرنامج الفضائي؛ راقب الأفلام. لديهم كل ما يتطلب لإيجاد صور خياليه "على القمر". لا يمكنك الجزم مطلقاً. كيف لنا أن نعرف أي شيء؟".

هذا السؤال عن إمكان قيام معرفة حقيقية، تشغل فكر هذا الشاب، على الأقل، خلال حوارنا، إلا أنه استحوذ الفكر الإنساني لأزمنة طويلة، وما زال يستحوذ على أكثر العقول الخلاقة والمتعطشة للمعرفة. عدة محاولات قامت للإجابة عن هذا السؤال الدائم الحضور، كان أحدها الجهد العلمي. وبالرغم من أنها محاولات لا بد وأن تخطئ أحياناً، إلا أن العلوم تبقى أحد أكثر المحاولات الإنسانية جدية لتكوين معرفة واسعة وموثوقة عن عالمنا. وبالإضافة إلى كون العلوم وعاءً للمعرفة (غالباً ما يترادف فهم طلابنا للعلوم مع الكتب الضخمة التي تعج بالحقائق والكلمات التي تعصى على اللفظ والذاكرة) فالعلوم مجموعة من المناهج والعمليات لاستكشاف الظواهر الطبيعية.

فضلاً عن ذلك نقول إن العلوم طريقة في التفكير، طريقة لتوليد القضايا المعرفية عن هذه الظواهر الطبيعية. بعبارة أخرى، أن العلوم هي جهد إبستمولوجي أيضاً. وهذا المحتوى الأخير للعلوم عادة يرجع إلى "طبيعة العلوم" (NOS). ونحن نرى أن المحتوى التدرجي K-12

لتعليم العلوم يساعد الطلاب على تنمية مفاهيم سديدة وأن لم تطل المشروع العلمي بكامله، فعلى الأقل، لبعض أوجه هذا المضمون للمشروع العلمي.

وبالواقع توافق غالبية العلماء، ومدرسي العلوم ومنظمات تعليم العلوم خلال الـ ٨٥ سنة الماضية على هدف مساعدة الطلاب لتنمية فهم صحيح لطبيعة العلوم[١]. والحقيقة أن استمرار إحياء هذا الهدف التربوي قد أجازه إخفاق الطلاب المستمر في تبين معنى عبارة "طبيعة العلوم" و "تحديد الخصائص المشتركة للعلوم"[٢]. وقد أكدت مناهج العلوم اللبنانية الجديدة على هذا الهدف في مساعدة الطلاب على تنمية رؤية صحيحة للجهد العلمي[٣].

وتحاول هذه الدراسة:

١. إلقاء الضوء على معنى عبارة "طبيعة العلوم" في سياق K-12 التعليمي.

٢. عرض المبررات لتضمين "طبيعة العلوم" كهدف مركزي في مناهج العلوم.

٣. إبراز أهمية توجهات مناهج العلوم الجديدة في لبنان نحو هذه القيمة من تعليم العلوم.

---

١ Abd-El-Khalick, F., R. L. Bell and N. G. Lederman: "The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural", **Science Education**, Vol. 82, No.4 (1998), 417-436.

٢ Lederman, N.G. and M. Niess: "The Nature of Science: Naturally?", **School Science and Mathematics**, Vol. 97, No.1 (1997), 1-2.

٣ المركز التربوي للبحوث والإنماء: **مناهج التعليم العام وأهدافها**، بيروت، المؤلف، ١٩٩٧.

## أولاً: ما هي طبيعة العلوم؟

ترجع عبارة "طبيعة العلوم" بشكل أساسي إلى ابستمولوجيا العلوم. فالعلوم طريقة للمعرفة، أو هي القيم والمعتقدات الملازمة لتنمية المعرفة العلمية[٤]. ما عدا هذه الخصائص العامة، لا يوجد أي إجماع بين فلاسفة العلوم، ومؤرخي العلوم ومدرسي العلوم على تعريف محدد لطبيعة العلوم.

وان استخدامنا لعبارة "طبيعة العلوم" خلال هذه الدراسة بدلاً من استخدام "الطبيعة الخاصة بالعلوم" والتي هي أكثر ملائمة واتساقاً، قصدنا به الدلالة على اعتقادنا بعدم وجود طبيعة واحدة للعلوم، أو إتفاق عام على ما تعنيه هذه العبارة بالتحديد. على كلٍ، يجب ألا يدهشنا عدم الإجماع هذا أو يشوش أفكارنا إذا سلمنا بتعدد أوجه طبيعة الجهد العلمي وتعقده. أن طبيعة العلوم NOS بناء تجريبي وبنفس الطريقة مثل المعرفة العلمية والتي هي بالضرورة تجريبية. لقد تغيرت مفاهيم طبيعة العلوم NOS خلال تطور المشروع العلمي وتنوع حقوله المعرفية. هذه التغيرات انعكست على الطرق التي حددت بها المجموعات العلمية ومجموعات تعليم العلوم العبارة "طبيعة العلوم" خلال المئة عام الأخيرة.

وقد لاحظ لدرمان Lederman[٥]، أن مفهوم NOS كان خلال بداية القرن التاسع عشر موازياً لمفهوم "المنهج العلمي". أما الستينات فقد شهدت تركيزاً على الاستقصاء والمهارات والطريقة العلمية (كالملاحظة، والافتراض، والاستقراء، وتفسير المعلومات). ومع

---

٤ Lederman, N. G.: "Students' and Teachers", Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research", **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 29, No.4 (1992), 331-359.

٥ Ibid.

السبعينات حدثت نقلة واضحة في تعريف طبيعة المعرفة العلمية. فـ "مركز التعليم الموحد للعلوم في جامعة ولاية أوهايو The Center of United Science Education at Oheo State University (1974)، ميز المعرفة العلمية بالخصائص التالية: إنها تجريبية (تخضع للتغير)؛ وعامة (تقبل المشاركة)؛ وقابلة للتكرار، وترجيحية (التوقعات المبنية على المعرفة العلمية لا يمكنها أن تكون مطلقة)؛ وإنسانية (تعكس المحاولات الإنسانية لفرض النظام على الطبيعة)؛ وتاريخية (يجب الحكم على المعرفة السابقة من خلال سياقها التاريخي ويجب ألا تقارن بالمفاهيم العصرية)؛ وفريدة (تختص بجملة قواعد وقيم) وهي حسية (تُبنى وتُستقى من ملاحظة العالم الطبيعي) كما ترى الهيئة الوطنية لمعلمي العلوم[٦] The National Teacher Association, (NSTA). وفي العام ١٩٨٢ أنتج الفهم الصحيح لطبيعة العلوم مفهوماً إمبريقياً تجريبياً لطبيعة المعرفة العلمية، وأثنى على الدور الرئيسي للنظرية وطريقة الاستقصاء في العلوم.

وفي العام ١٩٩٠ أكدت دائرة كاليفورنيا للتربية، California Department of Education فرادة وانفتاح المشروع العلمي، كما أكدت أن العلوم تعتمد على البرهان إلا أن الأنشطة العلمية هي نتاج يتأثر بالنظرية وأن العلماء يجرون أبحاثهم إنطلاقاً من إطار مرجعي. أما الهيئة الأميركية لتطور العلوم The American Association of the Advancement of Science, 1990, (AAAS)، فقد حددت ثلاثة مكونات أساسية تنتج مفهوماً صحيحاً لطبيعة العلوم. الأول هو قابلية العالم للفهم ومع ذلك لا يمكن لهذا الفهم أن يجيب عن جميع الأسئلة. والثاني يرتبط بطبيعة الاستقصاء العلمي، وهو ينتج مفهوماً بضرورة إشراك المخيلة

---

[٦] National Science Teachers Association: **Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s**, An NSTA Position Statement, Washington, DC, Author, 1982.

واختراع التفاسير إلى جانب كون طريقة التقصي في العلوم تعتمد على المنطق وتقوم على أساس التجربة الحسية. أما المكون الثالث لطبيعة العلوم فيركز على فهم الوجهين السياسي والاجتماعي للعلوم.

على كل حال، لا يزال عدم التوافق قائماً بين الفلاسفة والمؤرخين ومعلمي العلوم حول تحديد أو معنى طبيعة العلوم. ومن وجهة نظرنا، هذا النزاع الذي يتصل بواقع موضوعي بالمقارنة مع وقائع ظاهرية هو قضية في صلب الموضوع. نحن نرى أن مفهوم طبيعة العلوم متوفر للطلاب الذين يتعلمون بطريقة البنية التعليمية K-12 ويرتبط بحياتهم اليومية. فضلاً عن ذلك، تضيق نسبة عدم التوافق بين الفلاسفة والمؤرخين ومعلمي العلوم حول هذا المستوى التعليمي. فإن خصائص المشروع العلمي عند هذا المستوى من التعميم هي أن المعرفة العلمية تجريبية (تخضع للتغيير)، ذات أساس حسي (تبنى أو تستقى من ملاحظة العالم الطبيعي)، ذاتية (تتأثر بالنظرية)، تتضمن بالضرورة الاستدلال الفعلي، والخيال والإبداع (تتضمن إيجاد التفسيرات)، ومترسخة إجتماعيا وثقافيا. يجب الأخذ بالاعتبار عاملين آخرين مهمين، هما التمييز بين الملاحظة والاستدلال، والعلاقة بين النظريات العلمية والقوانين ووظيفة كل منهما. وسننظر ولكن بإيجاز في خصائص العلوم وخصائص المعرفة العلمية.

١. يجب أن يعي الطالب الفرق الحاسم بين الملاحظة والاستدلال. فالملاحظة بيان وصفي لظاهرة طبيعية، تتم مباشرة بالحواس (أو امتدادات هذه الحواس) بحيث يمكن التوصل إلى إجماع عدة مراقبين حوله. على سبيل المثال، إذا أطلقنا شيئاً ما، من علو ما عن سطح الأرض فسيسقط ويرتطم بها. وعلى العكس، فإن الاستدلال بيان حول ظاهرة لا تتصل مباشرة بالحواس. فمثلاً، تتجه الأشياء في حركتها نحو الأرض بسبب الجاذبية. ففكرة الجاذبية استدلالية، بمعنى إمكانية

التوصل إليها أو قياسها من خلال تأثيراتها أو مظاهرها. هذه التأثيرات مثلا تتضمن توقع اضطراب في مدار كوكب سيار بسبب التجاذب المتداخل بين هذا الكوكب والضوء المنكسر القادم من النجوم عندما يمر هذا الضوء ويبسط حقل الشمس التجاذبي.

٢. يجب أن نميز بين القوانين العلمية والنظريات وهذا يرتبط بالتفريق بين الملاحظة والاستدلال. وعادة ما يكون منظور الأفراد تبسيطي وهرمي للعلاقة بين القوانين العلمية والنظريات بحيث تصبح النظريات قوانين تعتمد على توفر الأدلة التي تعززها. وينتج عن هذه الفكرة فكرة أخرى أن منزلة القوانين العلمية أرفع من منزلة النظريات العلمية. وكلا الفكرتين غير صحيحتين لعدة أسباب. أحدها أن كلا من النظرية والقانون نوع مختلف من أنواع المعرفة ولا يمكن لأحدهما أن يصبح الثاني. فالقانون بيان أو وصف للعلاقات بين عدة ظواهر أخضعت للملاحظة. مثلا قانون Boyle الذي يربط مقدار ضغط الغاز بحجم هذا الغاز على درجة حرارة ثابتة، هي قضية توضح صلب الموضوع، إذا عرفنا أن النظرية، على عكس القانون، إيضاح استدلالي عن ظواهر أخضعت للملاحظة. فالنظرية الذرية الحركية مثلا توضح قانون Boyle. أضف إلى ذلك، أن كلا من النظرية والقانون نتاج شرعي للعلوم.

وعادة لا يصيغ العلماء النظريات على أمل أن تحتل منزلة القانون يوما، ذلك أن النظريات بحد ذاتها تؤدي أدوارا هامة مثل توجيه الاستكشافات وتوليد مواضيع جديدة للبحث بالإضافة إلى تفسير مجموعات كبيرة نسبيا من القضايا التي تبدو غير مرتبطة بالملاحظة في أكثر من حقل استكشاف. على سبيل المثال، أن النظرية الذرية الحركية تفسر العديد من الظواهر وسنقتصر على ذكر بعضها فقط، مثل الظواهر التي ترتبط بتغير الحالة الطبيعة للمادة وتلك التي تتعلق بمعدل سرعة

التفاعلات الكيميائية، وأيضا الظواهر التي تتعلق بدرجة السخونة وانتقالها.

٣. مع أن المعرفة العلمية تبنى أو تستقى جزئيا على الأقل من ملاحظة العالم الطبيعي (أي أنها تجريبية) إلا أنها تشتمل على قدرات إنسانية أخرى كالتخيل والإبداع. إن العلوم، على عكس الإعتقاد السائد، ليست نشاطا عقليا نظاميا (فقط) لا حياة فيه. إنها تتضمن إبتكار التفسيرات وهذا الأمر يتطلب قدرا كبيرا من الإبداع عند العلماء. فالقفزة مثلا من التمثيل الوهمي للذرة إلى نموذج Bohr بكل مداراته المحكمة ومستويات الطاقة فيه لأمر حري بالتأمل. هذا الوجه من العلوم بالاشتراك مع طبيعته الاستدلالية، يدلل على أن المفاهيم العلمية كالذرة والثقوب السوداء، والأجناس، هي نماذج لنظريات وظيفية أكثر من كونها نسخا صادقة عن الواقع.

٤. إن المعرفة العلمية هي ذاتية أو نتاج لسياق نظري. وبالحقيقة أن أعمال العلماء تتأثر بالتزاماتهم النظرية، وبالمعرفة السابقة التي اكتسبوها وكذلك معتقداتهم والتدريب الذي تلقوه وخبراتهم وتوقعاتهم. كل هذه عوامل أساسية تشكل سياقا فكريا للعالم يؤثر على المشاكل التي يستعصي حلها، وطريقة قيامه بهذا العمل، وتؤثر على ما يلاحظه (وما لا يلاحظه) وكيف يعطي لملاحظته معنى أو يفسر هذه الملاحظات. هذا التفرد أو السياق الفكري هو الذي يعلل الذاتية في إنتاج المعرفة العلمية. ومن الجدير ملاحظته هنا، وعلى عكس الإعتقاد السائد، أن العلم لا يبدأ مع الملاحظة الحيادية[٧]. فالمشاكل المطلوب حلها أو الأسئلة المطلوب الإجابة عنها هي التي تحضر الملاحظة (والاستقصاء) وتوجها وتكسبها معنى.

---

[٧] Chalmers, A. F.: **What is this Thing Called Science?**, 2nd ed., Queensland, Australia, University of Queensland Press, 1982.

٥. إن العلوم كمشروع إنساني تتم مزاولته في سياق ثقافي أوسع. والعلماء هم نتاج لهذه الثقافة. وبالتالي تؤثر العلوم وتتأثر بعناصر مختلفة وبالأوساط الثقافية للحضارة التي تترسخ جذوره فيها. وتشمل هذه العناصر، لكن ليس على سبيل الحصر، النسيج الإجتماعي، تشكيلات القوة، السياسة، العوامل الإجتماعية-الاقتصادية، الفلسفة والدين. وفي ما يلي مثال يوضح كيف تؤثر العوامل الثقافية والاجتماعية على المعرفة العلمية. أن قصة تطور الإنسان (إلى إنسان عاقل) خلال سبعة ملايين سنة هي محور بالنسبة لعلوم الإجتماع-الحيوي؛ لقد صاغ العلماء قصصا متعددة ومختلفة عن هذا التطور؛ ولكن حديثا تركزت القصة عن "الرجل-الصياد" وعن دوره الحاسم في تطور الإنسان إلى الشكل الذي نعرفه اليوم[٨]. هذا السيناريو الذي توافق مع حضارة الرجل-الأبيض ساد الدوائر العلمية حتى نهاية الستينات وبداية السبعينات. إلا أن هذه القصة تغيرت. فمع تنامي قوة الحركات النسائية وتمكنها من انتزاع الاعتراف بالمرأة في مختلف ميادين المعرفة ظهرت قصة أخرى أكثر توافقا مع هذا المنحى النسائي وتركز على "المرأة-الحاصدة" ودورها الرئيسي في تطور الإنسان[٩]. وما تجدر ملاحظته هو توافر الأدلة المثبتة للقصتين معا.

٦. يتضح من هذا العرض أن المعرفة العلمية ليست مطلقة أو تعينية. هذه المعرفة وما تتضمنه من "حقائق" ونظريات وقوانين هي تجريبية تخضع للتغير. فالقضايا العلمية تتغير مع العثور على أدلة جديدة. هذه الأدلة قد تظهر نتيجة تطور العلم النظري أو التكنولوجيا، أو

---

٨ Lovejoy, C. O.: "The Origin of Man", **Science**, Vol. 211 (1981), 341-350.

٩ Hurdy, S. B.: "Empathy, Polyandry, and the Myth of the Coy Female", in: Bleier, R. (ed.): **Feminist Approaches to Science**, Perganon Publishers, 1986, 119-146.

تـأتي عـبر نظريـات وقوانيـن هـي موجـودة، أو تكـون أدلـة قديمـة أعيـد تفسيرها على ضوء تطـور نظـري جديـد، أو تبـدل فـي توجـهات أبحـاث سابقة. ويجب التأكيد هنا، على أن الطبيعة التجريبية للعلوم تنتج عن عدة أسباب ولا يمكن ردها لسبب واحـد فقـط بـأن المعرفـة العلميـة استدلالية وإبداعية وجذورها مترسخة إجتماعيا وثقافيا. هنـاك عـدة حجـج منطقيـة تضفي المصداقيـة علـى تصـور التجريبيـة فـي العلـوم. وبـالفعل، وعلـى عكس الإعتقـاد العـام، فـإن الفرضيـات العلميـة والنظريـات والقوانيـن لا يمكن أن "تبرهن" بالإطلاق، وهذا الأمر يثبـت نفسـه بغـض النظـر عـن عدد الأدلة الحسية التي تحشد لتعزيز هذه الفكرة أو تلـك[١٠]. وعلـى سـبيل المثال، حتى يمكن "البرهنة" على قانون علمي يجب أن يعلـل كـل حالـة تـؤول إليـها الظـاهرة فـي كـل الأوقـات. وهنـا يمكـن الإدلاء بـاعتراض منطقي بأن الظـاهرة قد تـؤول إلـى حالـة فـي المسـتقبل-والتـي لا يمكـن التعرف عليها بأي حال-تكون مناقضة لما نص عليـه القـانون. وهكـذا لا يمكن أبدا أن يصل القانون إلى مرتبة "البرهان" المطلـق. وهـذا ينطبـق على الفرضيات والنظريات.

وأخيرا، من المهم أن نلاحظ أنه غالبا ما يخلط بين طبيعة العلوم والسيرورات العلمية. وبالرغم من أن هذين الوجهين يتداخلان ويتفاعلان بطرق متعددة مهمة، إلا أنه من المهم أن نفرق بين الاثنيـن. السـيرورات العلمية هي أنشطة ترتبط بجمع وتحليل المعلومات واستخلاص النتائج[١١].

---

[١٠] Popper, K. R.: **Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge**, London, Routledge, 1963, and Popper, K.R.: **The Open Universe: An Argument for Indeterminism**, London, Routledge, 1988.

[١١] American Association for the Advancement of Science: **Science for all Americans**, New York, Oxford University Press, 1990, and **Benchmarks for Science Literacy: A Project 2061 Report**, New York, Oxford University Press, 1993; National Research Council: **National Science Education Standards**, Washington, DC, National Academic Press, 1996.

مثلا، الملاحظة والاستدلال هي سيرورات علميـة. إذن، يجب إدراك أن الملاحظة هي بالضرورة نتاج نظري ومحددة بأجهزتنا الإدراكيـة وبـهذا تكون من ضمن مملكة طبيعة العلوم .

## ثانيا: طبيعة العلوم: لماذا هي مهمة؟

استطاع ليدرمان Lederman[١٢] أن يرجع أول نداء يطلب مساعدة الطلاب على تنمية مفاهيم صحيحة عن طبيعـة العلـوم إلـى العـام ١٩٠٧ مـن خـلال الهيئـة الرئيسـية لمعلمـي العلـوم والرياضيـات Central Association of Science and Mathematics Teachers . ومـع بدايـة التسعينات كان "أحد أهم أهداف تعليم العلوم الذي ذكر على نحو مشترك هو التوصـل إلـى فـهم طبيعـة العلـوم"[١٣]. وحاليـا، وبـالرغم مـن تنـوع التوكيدات التربوية والمنهجية، تتمحور معظم الجهود الإصلاحيـة لتعليم العلوم في الولايات المتحدة الأميركية وبريطانيـا[١٤] حـول تحسين مفـهوم الطلاب لطبيعة العلوم. وكما لاحظنا سابقا، شددت مناهج العلـوم الجديـدة في لبنان على هذا الهدف[١٥].

والحجة التي غالبا ما تتكرر لتضمين طبيعـة العلـوم فـي منـاهج العلوم المدرسية ترتبط بالثقافة العلمية. فـإن اعـداد تلاميـذ متقفيـن علميـا

---

١٢ Lederman: 1992, op.cit.

١٣ Kimball, M. E.: "Understanding the Nature of Science: A Comparison of Scientists and Science Teachers", **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 5 (1967-1968), 110-120.

١٤ American Association for the Advancement of Science (AAAS): 1993, op.cit; Millar, R., and J. Osborne, (eds.): **Beyond 2000: Science Education for the Future.** London, King's College, 1998, and National Research Council: 1996, op.cit.

١٥ المركز التربوي للبحوث والإنماء: ١٩٩٧، المرجع المذكور.

هدف دائم لتعليم العلوم[١٦]. وقد اعتبر بشكل ثابت أن فهما صحيحا لطبيعة العلوم هو أحد مكونات الثقافة العلمية[١٧].

بالإضافة إلى هذا، ظهرت العديد من الحجج المتنوعة لتبرير مساعدة الطلاب الذين يتعلمون بحسب بنية المادة العلمية K-12 لتنمية مفهوم لطبيعة العلوم. فقد عرض دريفر Driver[١٨] تصورا لمثل هذه الحجج من خلال الأدب. ولكن أهم هذه الحجج هي: الحجج النفعية، والديمقراطية، والثقافية، القيمية والتربوية. ونستعرض لهذه الحجج بإيجاز، لكن يجب أن نتذكر أن هذه التحديدات هي مصطنعة لأن هذه الحجج تتداخل بطرق متعددة.

## ١. الحجج النفعية:

تصطدم الحياة اليومية وبشكل متزايد بالمنتوجات المادية للعلوم والتكنولوجيا. ولذا فإن فهم طبيعة العلوم سيساعد الطلاب-مواطني الغد- على إتخاذ قرارات عملية في القضايا الشخصية المرتبطة بالعلوم. قد ترتبط هذه القضايا مثلا بمنافع ومخاطر اختيار نظام غذائي، أو الخيار بين وسائل متعددة لعلاج أمراض مزمنة، أو تركيب نظام جديد لتكييف الهواء في البيت غالبا ما يقتصر اتخاذ القرار هنا حول هذه القضايا الشخصية ومثيلاتها بنقل المسؤولية واستشارة خبراء مثل الفيزيائيين أو المهندسين، أي القيام بفعل نقل الثقة.

---

١٦ American Association for the Advancement of Science (AAAS): 1990 and 1993, op.cit.; National Research Council: 1996, op.cit., and المركز التربوي للبحوث والإنماء: ١٩٩٧، المرجع المذكور، ٣٦.

١٧ AAAS: 1990 and 1993, Ibid.; Driver, R., et al: **Young People's Images of Science**, Bristol, PA, Open University Press, 1996, Klopfer, L.E.: "The Teaching of Science and the History of Science", **Journal of Research for Science Teaching**, Vol. 6 (1969), 87-95; Millar and Osborne: 1998, op.cit.; NRC: 1996, op.cit., and NSTA: 1982, op.cit.

١٨ Driver et al: 1996, op.cit.

إذن يتضمن إتخاذ مثل هذه القرارات العملية فهما لأسس الثقة بالمعرفة المطلوبة ومصادر تلك المعرفة أي فهما لطبيعة العلوم[١٩] بالإضافة إلى فهم التعامل مع المنتوجات المادية العلمية، لأن فهم الآليات الإدراكه التي تسم في توليد المعرفة العلمية يساعد التلاميذ- مواطني الغد- على إضفاء معنى للمفاهيم والآراء العلمية التي تعلموها من خلال كثير من الوسائط.

## ٢. الحجة الديمقراطية:

يتبنى الاشتراكيون الديمقراطيون فكرة صنع القرار الجماعي في معارضة "أهل الخبرة" أو "التكنوقراط"، ويفترضون أن المواطنين المؤهلين سيشاركون بفاعلية في صنع القرار الذي يرتبط بالقضايا المجتمعية. فهذا النوع من القضايا المجتمعية التي ترتبط بالعلوم، تسود مجتمعات القرن العشرين، كالقضايا التي تتعلق بإنتاج واستهلاك الطاقة، والهندسة الوراثية، والتخلص من النفايات الخطرة، ونوعية المياه والهواء. وهذه أمثلة قليلة من كم هائل من القضايا التي يحتدم الجدل حولها على المستوي المحلي والوطني والعالمي. وفي لبنان، بعض القضايا التي يثور الاحتجاج حولها مثل: انتشار مصانع الترابة في شمال لبنان، وقضية المطر الحمضي في منطقة الذوق، وتلوث بحيرة القرعون في البقاع، فضلا عن قضية مقالع الأحجار والبيئة. وحتى يكون الطلاب- مواطنو الغد-مشاركين في مناقشة مثل هذه القضايا، يجب أن يستوعبوا المفاهيم العلمية التي تطابق الحالات المعروضة.

على كل حال، غالبا ما يكون الإمتلاء المعرفي العلمي غير كاف، إذ أن المناقشات التي تتعلق بالقضايا المجتمعية ذات الصلة بالعلوم لا ترتكز، في الغالب، على النظريات والمفاهيم العلمية التي تنطبق عليها، بل بالأحرى ترتكز على تطبيقات هذه النظريات والمفاهيم لتزيد

---

١٩ Ibid., 16.

تعقيد الحياة اليومية. فمصداقية المعطيات وتفسيرها وتطابقها تعرض لنصرة مركز على آخر، وتستعمل النماذج لتظهر التفاعل المعقد لأهداف النظام.

هذه الأوجه الأخيرة هي ذات طبيعة ابستمولوجية أكثر مما هي إعلانية. وهذا يستتبع أن فهم طبيعة العلوم هو محوري بالنسبة لصانعي القرار المطلعين بالقضايا المجتمعية المرتبطة بالعلوم في المجتمعات التي اعتنقت الديمقراطية الاشتراكية.

## ٣. الحجج الثقافية:

إن العلوم أحد أهم إنتاجات الثقافة المعاصرة (وبشكل خاص الثقافة العربية). وإن فهم الطلاب لطبيعة العلوم عامل حاسم في تنمية إدراكهم لقيمة الجهد العلمي، وكطريقة لتوليد معرفة واسعة موثوقة حول علمنا (مع أنها يجب أن تكون بالضرورة معرفة تجريبية). وتساعد العلوم في فهم إنسجام وسطوة الأفكار الرئيسية للمشروع العلمي واستمراريته في إنتاجها، وتبرز أهمية إدراك قيمة الجهد العلمي على الأخص في المجتمعات المنتجة "للعلوم" طالما أن المشروع العلمي يحتاج إلى تعدد المصادر المجتمعية الهامة.

قد يدعى أن الحجج الثقافية لا يؤخذ بها في السياق اللبناني، فالعلوم؛ في كل الأحول، هي جهد علمي غربي، بينما ثقافتنا هي من الثقافات المستهلكة وليست المنتجة للمعرفة العلمية. ومهما يكن، فإن عدم إمكانية نفي "نجاح" السعي العلمي، يجعل اعداد الطلاب الذين يمكنهم المشاركة بتغيير هذه الوضعية أكثر إلحاحا من أي وقت آخر. وبنظرنا، ان فهم طبيعة العلوم هي الخطوة الأولى في تمكين طلابنا ومساعدتهم على تبين أن بإمكانهم أن يكونوا مشاركين فعالين في إنتاج المعرفة العلمية بدلا من أن يكونوا متلقين ومراقبين حياديين.

## ٤. الحجج القيمية:

تبنى هذه الحجج على فرضية أن معايير المجتمع العلمي مثل اللامبالاة والشكية وحرية المعتقدات أصبحت ذات قيمة عامة، وأن فهم طبيعة العلوم قد يساعد الطلاب على رفع شأن القيم التي تترافق مع عمليات الاستقصاء النقدي على أمل أن يجعلوا هذه القيم خيارهم.

وعلى هذا الصعيد، يجب ملاحظة أن الفلاسفة والمؤرخين وعلماء الاجتماع، قد ألغوا صورة العالم المصنفة كإنسان "موضوعي"، غير نفعي، ومنفتح الذهن. فضلا عن هذا، أن القيم، التي ترافق ممارسات المجتمعات العلمية أقامت مجموعة من الضوابط والموازيين (مثل الاستجوابات النقدية، نقد الآراء، المراجعات الخفية Blind Review) في عملية توليد ثقافة علمية نادرا ما تمثل الجهود الإنسانية الأخرى.

## ٥. الحجج التربوية:

ان فهم طبيعة العلوم يحفز الطالب على التعلم ويسهل فهمه للمحتوى العلمي. وتبنى هذه الحجة على فرضية (مقدمة) أن فهم طبيعة العلوم يساعد الطالب على إدراك أن العلوم ليست مجرد مجموعة من الحقائق يجب أن تحفظ غيبا. وهذا الإدراك قد يساعد على استيعاب دوره في غرفة الصف أثناء درس العلوم، ويفسح المجال بنقله نوعية على صعيد تصوره لنفسه من مجرد متلق لمجموعة من "الحقائق" إلى مشارك فعال في عملية التقصي التي يهدف إليها فهم طبيعة العالم.

بالإضافة إلى هذا، ان تنمية مفاهيم صحيحة عن طبيعة العلوم قد يحفز الطالب على تغيير تصوره عن العلوم ويمكنه من تخطي النظرة المصنفة له كنشاط عقلي نظامي لا حياة فيه، وينمي تقديره للإبداع والإثارة التي تطبع الاستكشاف العلمي. وأخيرا، يدعي كثيرون ان فهم طبيعة العلوم تمكن الطالب من معالجة الصعوبات في التعاطي مع الأدلة والتأكد من مطابقتها للأفكار العلمية والنظريات والنماذج.

وتجب الملاحظة ان الحجج التي عرضنا لها هي بمعظمها نتاج قيمي وتؤسس على مقدمات بديهية. وبشكل عام، قليلة هي الدلائل الحسية التي حشدت لتدعيم هذه الحجج.

## خلاصة

مدى الاهتمام الذي توفره مناهج العلوم اللبنانية الجديدة لطبيعة العلوم؟

يظهر ما عرضناه هنا أن فهم طبيعة العلوم يتمحور على إنماء ثقافة علمية. إلا أن الدراسات العلمية القليلة التي توفرت[٢٠] تظهر أن الطالب اللبناني لم يحصل مفاهيم صحيحة لعدة وجوه مهمة من طبيعة العلوم. وهذا يستتبع عدة تساؤلات مهمة: "مدى الاهتمام الذي توفره مناهج العلوم اللبنانية الجديدة لطبيعة العلوم؟ وهل بمقدور المناهج اللبنانية تنمية مفاهيم صحيحة عن طبيعة العلوم؟".

لقد حلل بو جودة Boujaoude[٢١] في دراسة حديثة له مناهج العلوم اللبنانية الجديدة تحليا نسقيا لـ "مباحث الثقافة العلمية" والتي تتضمن "العلوم لطريقة للمعرفة" أو طبيعة العلوم. وقد يشمل هذا التحليل الأهداف العامة، المراحل، الموضوع، والأهداف التعليمية (التي ذكرت)

---

٢٠ BouJaoude, S.: "Epistemology and Sociology of Science According to Lebanese Educators and Students", Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, ERIC Document Reproduction Service No. ED 394848, April 1996; Boujaoude, S. and F. Abd-El-Khalick: "Lebanese Middle School Students' Definitions of Science and Perceptions of its Purpose and Usage", Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, April 1995.

٢١ Boujaoude, S.: "Representation of Scientific Literacy Themes in the Lebanese Curriculum", Paper presented at the Conference on Science, Technology, and Society organized by Center for Behavioral Research, American University of Beirut, Beirut, Lebanon, November 1998.

في مناهج العلوم الجديدة. وأظهر هذا البحث أن ٣٥% من الأهداف العامة في تعليم العلوم في المناهج الجديدة تتوجه إلى طبيعة العلوم. وفيما يختص بطبيعة العلوم، يبدو أن هذه النسبة تتدنى بحدة عند تحليل الأهداف التعليمية لمختلف المراحل والمواضيع لهذه المناهج الجديدة. فقد ظهر أن نسبة الأهداف التي تتوجه لطبيعة العلوم تراوحت بين صفر و ٨% والأمر الأكثر أهمية، أن تحليل الأهداف التعليمية الخاصة بالسنة الأولى والثانية في كل من الحلقتين في المرحلة اللبنانية أظهر أن لا هدف من هذه الأهداف يعرض لمفاهيم طبيعة العلوم. وقد استنتج بو جودة Boujaoude "أن المناهج اللبنانية ..... تهمل العلوم كطريقة للمعرفة" (ص ٢٠). فمع أن المناهج الجديدة تدعي ان الهدف المنهجي الرئيسي لها هو فهم طبيعة العلوم، إلا أنها فشلت بترجمة هذا الهدف إلى أهداف تعليمية محددة.

ومن المعروف أن الأهداف المنهجية الخاصة هي التي توجه وتقود عملية تأليف الكتب، وأساليب التعليم داخل الصف وعملية التقييم، ولهذا يبدو أن تعليم العلوم في المدارس اللبنانية سيستمر بإهمال فهم طبيعة العلوم. ولذا يمكن الاستنتاج أن مناهج العلوم اللبنانية الجديدة، وفي وضعها الحالي، لا تمتلك القدرة لمساعدة الطالب على تنمية مفاهيم صحيحة لوجه هام من أوجه الثقافة العلمية، إلا وهو فهم طبيعة العلوم.

# المراجع العربية

المركز التربوي للبحوث والإنماء: **الهيكلية الجديدة للتعليم في لبنان**، بيروت،المؤلف، ١٩٩٥.

_____ : **مناهج التعليم العام وأهدافها**، بيروت، المؤلف، ١٩٩٧.

# المراجع الأجنبية

- Abd-El-Khalick, F., R. L. Bell and N. G. Lederman: "The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural", **Science Education**, Vol. 82, No.4 (1998), 417-436.

- American Association for the Advancement of Science: **Science for all Americans**, New York, Oxford University Press, 1990.

- _____: **Benchmarks for Science Literacy: A Project 2061 Report**, New York, Oxford University Press, 1993.

- BouJaoude, S.: "Epistemology and Sociology of Science According to Lebanese Educators and Students", Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, ERIC Document Reproduction Service No. ED 394848, April 1996.

- _____: "Representation of Scientific Literacy Themes in the Lebanese Curriculum", Paper presented at the Conference on Science, Technology, and Society organized by Center for

Behavioral Research, American University of Beirut, Beirut, Lebanon, November 1998.

- ____ and F. Abd-El-Khalick: "Lebanese Middle School Students' Definitions of Science and perceptions of its Purpose and Usage", Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, April 1995.

- California Department of Education: "Science Framework for California Public Schools", Sacramento, CA, Author, 1990.

- Center of Unified Science Education: "The Dimensions of Scientific Literacy", Columbus, OH, Ohio State University, 1974.

- Central Association of Science and Mathematics Teachers: "A Consideration of the Principles that Should Determine the Courses in Biology in the Secondary Schools", School Science and Mathematics, Vol. 7 (1907), 241-247.

- Chalmers, A. F.: **What is This Thing Called Science?**, 2nd ed. Queensland, Australia, University of Queensland Press, 1982.

- Driver, R. et al: **Young People's Images of Science**, Bristol, PA, Open University Press, 1996.

- Hurdy, S. B: "Empathy, Polyandry, and the Myth of the Coy Female", in: Bleier, (ed.), **Feminist Approaches to Science**, Perganon Publishers, 1986, 119-146.

- Kimball, M. E.: "Understanding the Nature of Science: A Comparison of Scientists and Science Teachers", **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 5 (1967-1968), 110-120.
- Klopfer, L. E.: "The Teaching of Science and the History of Science", **Journal of Research for Science Teaching**, Vol. 6 (1969), 87-95.
- Lederman, N. G.: "Students' and Teachers" Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research", **Journal of Research in Science Teaching**, Vol. 29, No.4 (1992), 331-359.
____ and M. Niess: "The Nature of Science: Naturally?", **School Science and Mathematics**, Vol. 97, No.1 (1997), 1-2.
- Lovejoy, C. O.: "The Origin of Man", **Science**, Vol. 211 (1981), 341-350.
- Millar, R. and J. Osborne (eds.): **Beyond 2000: Science Education for the Future.** London, King's College, 1998.
- National Research Council: **National Science Education Standards**, Washington, DC, National Academic Press, 1996.
- National Science Teachers Association: **Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s**, An NSTA position statement, Washington, DC, Author, 1982.
- Popper, K. R.: **Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge**, London, Routledge, 1963.
____: **The Open Universe: An Argument for Indeterminism**, London, Routledge, 1988.