

الابستمولوجيا وتعليم العلوم

مارتن ريوبيل¹ (Martin Riopel)

ترجمة محمد الطيب سعداني²

¹أستاذ بجامعة كيبيك، مونتريال

²أستاذ متقاعد، المدرسة العليا للأساتذة، القبّة

mohammedtayeb.sadani@g.ens-kouba.dz

لم نترجم مقدّمة المقال، لأنها طويلة نسبيًا، ونكتفي بعرض تلخيص لأهمّ ما جاء فيها: يُلخّص الكاتب، في مقدمة مقاله، إلى أنّه لما كانت الابستمولوجيا (المشتقة من الكلمة اليونانية epistêmê بمعنى العلم و logos، بمعنى دراسة) دراسة للعلم، ولما كان لكلمة العلم عدة معانٍ في لغة الحياة اليومية، فإنه يتعيّن تحديد معنى العلم المقصود في هذا العرض التقديمي للتيارات الابستمولوجية: إنه يُقصد بالعلم "مجموعة معارف، ودراسات ذات قيمة عالمية عامة، تتميز بموضوع محدد ومنهج، وترتكز على علاقات موضوعية، يمكن التحقق منها"، وهو تعريف العلم في قاموس روبرت (Robert) [18].

1. التيارات الابستمولوجية الرئيسية

نقدّم، فيما يلي، التيارات الابستمولوجية الرئيسية المتّصلة بالنشاط العلمي كما صنّفها بيجين (Begin) [4] أو ألتيرز (Alters) [1]، أي العقلانية والتجريبية والوضعية والبنائية والواقعية، محاولين تقديم تعريف، دقيق بما فيه الكفاية، لكل منها، ولمحة مختصرة عمّا يترتّب عن التعريف المعتمد من آثار على البحث عن معارف جديدة، وأسماء بعض العلماء الذين تبنّوا مواقف تنسجم مع التعريف المتبنيّ، وكذا الأولويات البيداغوجية المحتملة لمُعلم ينتسب إلى هذا التيار وتصوره لدرس العلوم.

1.1. التيار العقلاني (القرن السابع عشر)

العقلانية، حسب ما جاء في قاموس التعليم الحالي [14]، تيار ابستمولوجي يعتبر أن "كل معرفة صحيحة مصدرها، بصورة أساسية، هذا إن لم يكن بصورة حصريّة، العقل وحده". ويذهب بيجين [4] وألتيرز [1] وبلانشارد Blanshard [5]، إلى أنه من المعترف به عمومًا أن الفلاسفة اليونانيين مثل إقليدس Euclide (~ 300 ق.م) وفيثاغورس Pythagore (475-965 ق.م) وأفلاطون Platon (428-347 ق.م)، قد انتهج جميعهم المنهج العقلاني بإعطائهم الأولوية للأفكار. ووضح أن إلحاق هؤلاء الفلاسفة اليونانيين بالتيار العقلاني إلحاق بعدي لأن التيار العقلاني لم تكن معالمه محدّدة في عهدهم. وفي زمن أقرب منّا من ذلك، رُبط اسم عالمي الرياضيات ديكارت Descartes (1650-1596) ولايبنتز Leibniz (1716-1646) وكذا اسم الفيلسوف كانط Kant (1804-1724) بهذا التيار الذي يفضّل التفكير بشكل عام، والاستدلال الاستنتاجي (أو التحليلي) بشكل خاص، أي الانطلاق من المجرّد إلى المحسوس كسبيل لإنتاج المعرفة.

ومن المهمّ أن نفهم هنا أن التجريب، بالنسبة للعقلانيين، مستبعد من آلية إنتاج معارف جديدة، فأقصى ما يمكن للتجريب (أو التفاعل والواقع) أن يفيد به هو التحقق ممّا قد تمّ استنتاجه، ليس إلّا. وبقدر ما يكون ما تمّ استنتاجه بديهيًا، بقدر ما يصبح التجريب عديم الجدوى، لا طائل من ورائه، إذ أنّ مجموعة الاستدلالات الممكنة،

حسب العقلايين، تشمل بالضرورة مجموعة التجارب الممكنة، والعقل وحده يكفي للفصل بين التجارب الممكنة في الواقع وتلك التي لا تكون ممكنة إلا في عالم الخيال.

لقد كان للمعارف المتصلة بمجال الهندسة، تاريخياً، دور مهم في توطيد المدرسة العقلانية وتأييدها. فعلى سبيل المثال، ذكرت موسوعة بريتانیکا (Britannica) [5] أن أفلاطون، في حوار المعنون مينون (Ménon)، قد أبرز الطابع اليقيني والعام والفطري للمعرفة حين روى كيف نجح سقراط Socrate في تمكين عبد شاب، أمي، من أن يبرهن على نظرية فيثاغورس، مُطبَّقةً على قطر مربع، خطوة بخطوة، بدون أن يعلمه إيّاها. وفي وقت لاحق، في مطلع القرن السّابع عشر، تبنّى مخترع الهندسة التحليلية، عالم الرياضيات الفرنسي ديكارت، الموقف العقلاني بمحاولته تطبيق دقة الرياضيات ووضوحها في مجال الفلسفة (العلوم). ونفس النهج انتهجه الفيزيائي وعالم الفلك الإيطالي جاليليو Galilée (1564-1642)، على الرغم من تفضّنه لأهمية التجريب والملاحظة في البحث عن معارف جديدة (إذ كان هو نفسه قد رصد ملاحظات فلكية -ملاحظات كانت حاسمة- لأقمار كوكب المشتري ومراحل أطوار كوكب الزهرة) حين أكّد في كتابه "المختبر" (L'essayeur) عام 1623 أن "كتاب الكون العظيم مكتوب بلغة الرياضيات. ولا يمكنك فهم هذا الكتاب إلا إذا تعلّمت أولاً لغته والأبجدية التي كُتبت بها. إنّ حروفها هي المثلثات والدوائر وكل الأشكال الهندسية الأخرى التي بدونها يكون من المستحيل، بشرياً، فك رموز أدنى كلمة".

هيمن التيار العقلاني، الذي غالباً ما يُنسب إلى أوروبا القارية، طوال القرن السّابع عشر. وعلى الرغم من كونه ليس بواسع الانتشار بين العلميين المعاصرين، إلا أنه ما يزال يوجد عند بعض المنظرين الذين يعتقدون أن كل صرح العلوم سيكون من الممكن، يوماً ما، استنتاجه من هندسة فضائية مؤسسة على بعض البديهيات الصرفة. وتنضوي تحت التيار العقلاني، من بين مدارس أخرى: الأفلاطونية التي تسلّم، حسب بارو Barreau [3]، "بوجود انسجام جبليّ أصيل في الطبيعة ينعكس بذاته في أذهاننا"، و نقدية كانط الذي يرى أن المعرفة تعتمد على بنى منقوشة بصورة قبلية في العقل البشري وهي التي تجعل من إدراك الواقع أمراً ممكناً.

إن مدرس العلوم، المنتسب للتيار العقلاني سيميل، بدهاء، إلى التأكيد على أهميّة الاستدلال (على حساب التجربة)، وربما ذهب به ذلك، في الحالات القصوى، إلى استبعاد التجريب تماماً من تعليمه. فدرس العلوم، بالنسبة لهذا المعلم، يتلخّص في سلسلة من التفكير التحليلي التي يجب على الطالب أن يتمكّن من فهمها وإعادة إنتاجها وامتلاكها.

2.1. التيار التجريبي (القرن الثامن عشر)

يتعارض التيار التجريبي جذرياً والتيار العقلاني لما ذهب إليه من أنّ كل المعرفة تأتي أساساً من التجربة. ولقد رأى بوبر Popper [16]، في الافتراضات المعيّمة للفيلسوف اليوناني أناكسيمين Anaximène (610-545 ق.م) نهج تفكير تجريبي. وواضح أن إلحاق هذا الفيلسوف بالتيار التجريبي إنّما هو إلحاق بعدي لأن التيار التجريبي لم تكن معالمه محدّدة في عهده، وأكّد من بعده، في مطلع الألفية، كوينتون Quinton [17]، أنّ الفلاسفة الإنجليز بيكون Bacon (1561-1626) ولوك Locke (1632-1704) وبركلي Berkeley (1685-1753) مرتبطون بهذا التيار الذي يرى أنّ العلوم تتطوّر بفضل تجميع الملاحظات التي يمكن أن تُستنبط منها القوانين بواسطة الاستدلال الاستقرائي (أو التركيبي) الذي ينتقل من المحسوس إلى المجرد. فوفق التجريبيين، يمكن للملاحظات أن تفي بوصف الواقع.

من المهمّ الفهم هنا أن الاستنتاج عند التجريبيين مُستبعد من آلية إنتاج المعارف الجديدة، فهو لا يعدو أن يكون مرحلة مؤقتة تسمح بوضع فرضية أو تبسيط وصف جملة ملاحظات العلميين في وقت معين. يضاف إلى ذلك أنّ التجريبيين يعطون قدرًا أكبر من المرونة لتعريف كلمة الاستدلال، خاصة عندما يتعلّق الأمر بالاستدلال الاستقرائي.

ذلك لأن التجارب، من وجهة نظرهم، هي وحدها فقط المهمة حقًا في نهاية المطاف، فإن الغرض الوحيد من الاستدلال هو إنتاج أفكار تسمح بالقيام بتجارب جديدة. لذلك يفضّل التفكير الإبداعي عن التفكير الاستدلالي الدقيق المجرد، وعليه فإنه ربما ينبغي لنا، حسب بارو [3]، أن نَصِف الاستقراء العلمي بالاحتمالي (abduction) أو بالتخمين الذي يجعل من الممكن، من خلال مجموعة من التجارب المعروفة، تخيل تجارب جديدة. وحاصل القول إن الافتقار إلى الدقة في الاستدلال عند التجريبيين لا يمنعه بالضرورة من الإسهام في تقدم المعارف، ما دامت الدقة الوحيدة الحقيقية مستمدة من التجربة وما دامت الطبيعة ليست ملزمة بالضرورة بتقديم تبرير إلى العقل.

أسهمت أعمال نيوتن (1642-1726)، تاريخيًا، بشكل لافت، في إشعاع التيار التجريبي بإيلائها أهمية كبيرة للتجارب، فقد كتب نيوتن في مقدمة كتابه "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" أي الأصول الرياضية للفلسفة الطبيعية سنة 1686، أن ملاحظة الظواهر تسبق، في المعتاد، البرهان: "يبدو أن العبء الأثقل الملقى على كاهل الفلسفة (العلم) يتلخّص كله في: الانطلاق من ظواهر الحركات للبحث عن قوى الطبيعة، وبعدها، الانطلاق من قوى الطبيعة هذه، للبرهنة على ظواهر أخرى".

مكّن تطبيق هذه الطريقة نيوتن ومعاصريه من وصف القوى في الميكانيكا (على وجه الخصوص قوة الجاذبية)، وبناء نموذج جسيمي للضوء، ولقد استعمل كولوم Coulomb (1736-1806) بعد ذلك بقليل، نفس الطريقة للكشف عن القوة الكهربائية. ونذكر أنّ لافوازيي Lavoisier (1743-1794) -في مجال الكيمياء- قد استلهم، من عمل نيوتن حول الضوء، في وضعه أسس الكيمياء الحديثة باستحداث طريقة تجريبية تمكّن من الكشف عن العناصر الأساسية. هيمن التيار التجريبي، الذي غالبًا ما يُنسب إلى البريطانيين، طوال القرن الثامن عشر ليفسح المجال بعده، شيئًا فشيئًا، إلى التيار الوضعي خلال القرن التاسع عشر. وما يزال هذا التيار الابستمولوجي موجودا بعض الشيء، بأشكال مختلفة، في أوساط العلميين المعاصرين. فداخل التيار التجريبي، تُصنّف:

- **المادية (matérialisme)** التي ترى بأن لا وجود لكل ما ليس بتجربة مادية مباشرة؛
- **الحسية (sensualisme)** التي ترى بأن كل المعرفة تأتي من الأحاسيس؛
- **والأداتيه (instrumentalisme)** التي ترى بأن كلّ نظرية هي أداة، أداة للعمل ليس إلّا، فالنظرية لا تفيدها في شيء في معرفة طبيعة الواقع.

يميل مدرس العلوم المنتسب إلى التيار التجريبي إلى تأكيد أهمية التجريب من قبل الطلاب من أجل إبراز القوانين التقريبية أو التحقق من الفرضيات. ويعتبر المنطق الذي يسمح باستنتاج هذه القوانين بدقة غير ضروري، وربما ذهب به ذلك، في الحالات القصوى، إلى الاستغناء عنه تماما في تعليمه. فدرس العلوم، بالنسبة إلى هذا المُعلم، يتمثل في سلسلة من التجارب الحاسمة التي يجب على الطالب أن يتمكن من فهمها وإعادة إنتاجها وامتلاكها.

3.1 التيار الوضعي (القرن التاسع عشر)

على الرغم من كون فيجل Feigl [6] يذكر بأنّ الفيلسوف اليوناني سكتوس أمبيريكوس Empiricus Sextus (160-210)، الذي عاش حتى مطلع القرن الثالث، قد تبوّأ موقفاً وضعياً بإصراره على تعليق كل الأحكام، إلّا أنّ التيار الوضعي يُنسب عمومًا إلى الفيلسوف أوغست كونت Auguste Comte (1718-1857) وإلى الفيزيائيين ماخ Mach (1838-1916)، وبريدجمان Bridgman (1882-1961) وبور Bohr (1885-1962).

إن هذا التيار مستلهم من التيار التجريبي من حيث كونه لا يولي عناية إلّا للأحداث الملحوظة، لكنه، مع ذلك، يعترف بأهمية الاستدلال إذ يقر أن العلوم تسعى جاهدة، لتوظيف الحساب الرياضي، للربط بين المعطيات التجريبية بأبسط صورة ممكنة (بيجين [4]). تظهر هذه المزوجة بين التفكير والتجربة بالفعل بشكل واضح جدًا في التعريف

الذي قدّمه أوغست كونت في عام 1820 وأورده كريمر مارييتي [9] Kremer-Marietti: "إنه إذا كان من الصحيح أن العلم لا يصبح وضعياً إلاّ باعتماده، بصورة حصرية، على الأحداث المرصودة، والتي يكون ثبات صحتها مقبولاً بشكل عام، فمما لا جدال فيه أيضاً [...] أن فرعاً من معارفنا لا يصبح علماً إلاّ حين يمكن ربط جميع الأحداث، التي تؤلف قاعدته الأساسية، بواسطة فرضية".

وتجدر الإشارة إلى أن الوضعيين يصرون على دقة الاستدلال الاستقرائي الذي يمكن الانتقال من الأحداث إلى الفرضيات. وهكذا، طوّر الوضعيون، مثل الفيلسوف والاقتصادي ستوارت ميل (1806-1873) Stuart Mill وعالم الوراثة فيشر (1890-1962) Fisher)، طرقاً استقرائية، بناءً على الاحتمالات والإحصاءات، للخلوص إلى قوانين محتملة انطلاقاً من مجموعة من القياسات. غير أنه، لا مناص من الإقرار، حسب بارو [3]، بأنه لا يوجد، حتى يومنا هذا، منطق استقرائي دقيق لا ينطوي على جزء تقليدي اصطلاحي صرف. وبما أنه لا غنى (عند الوضعيين) عن الاستدلال الاستقرائي لتطور العلم (وفقاً لمقولة أوغست كونت الشهيرة "نرى كي نتنبأ")، فإنّ النظريات المنتجة ليس لها من قيمة في حدّ ذاتها سوى تلك الناجمة عن ارتباطها بالواقع. إنّها لا تفيدها بشيء عن الواقع غير ذلك الذي تنطوي عليه الأحداث. ومن ثمّ، فـ "العلم، عند الوضعيين، يصف الـ "كيف" في ظواهر الأشياء دون أن يكون قادراً على قول أي شيء عن سببها الـ "لماذا" [14].

تاريخياً، يُعتبر هذا التمييز الواضح جدّاً بين الملاحظات (كيف) والنماذج الرياضية (لماذا) مهماً بشكل خاص في فهم ما دفع بالوضعيين إلى الابتعاد عن التجريبيين. فعلى سبيل المثال، أثار العمل التجريبي لدالتون (1766-1844) Dalton، الذي أسس علم الذرة، السؤال الأساسي عن الوجود الفعلي للذرات. لقد اعتقد التجريبيون آنذاك عمومًا أن الذرات، نظرًا لكونها ضرورية لشرح النتائج التجريبية، موجودة بالفعل وعارض الوضعيون بشدة وجود الذرات لأنها لم تكن ملحوظة بشكل مباشر: كانت الذرات نماذج (لماذا) لشرح التجارب (كيف). والنماذج بالنسبة للوضعيين، مجرد إنشاءات بشرية ليس لها، في حد ذاتها، من فائدة على الإطلاق إلاّ فائدتها العملية. وهكذا عارض الوضعيون بشدة كلّ ما لا تمكن ملاحظته بشكل مباشر في النماذج العلمية، ومثل عن تلك النماذج عند الوضعيين حسب فيجل [6]:

- اللامتناهيات في الصغر، التي استخدمها نيوتن في حسابات حركة الأجسام التي تمارس عليها قوى، على أنها مجرد كائنات رياضية مصنّعة؛
- الفراغ بين الذرات لا يمكن أن يوجد، ففضّل عليه وسط حقيقي: الأثير؛
- لا يمكن أن يكون مفهوم المكان والزمان المطلقين اللذين استخدمهما نيوتن حقيقيًا، فإنّه لابد دائماً من قياس المكان والزمان بالنسبة إلى شيء مادي.

إنه، لما كان ليس للنماذج قيمة في حد ذاتها، فذلك يفتح الباب، من وجهة نظر الوضعيين، أمام احتمال أن تفسّر عدة نماذج مختلفة (وربما متناقضة)، بنفس الفعالية، نفس الملاحظات. وهكذا، فإن ظهور التيار الوضعي شجّع، على نحو ما، تعدّد النماذج. ويعدّ الجدل حول النموذج الجسيمي للضوء الذي اقترحه نيوتن والنموذج الموجي الذي اقترحه فريزل (1788-1827) Fresnel) مثلاً على ذلك.

غالبًا ما يُقرن التيار الوضعي بميل مفرط إلى التصنيف والتنظيم. فالوضعيون، على سبيل المثال، يزعون إلى الاعتقاد بوجود منهج تجريبي عام، مؤلف من مراحل معلومة، يضمن تقدم العلوم. ويُقرن التيار الوضعي أيضًا بفكرة تبعية العلوم لبعضها البعض وفقًا لتصنيف دقيق، كما يقرن بفكرة ترتيب عام للمعارف وللمجتمع البشري. وأدت الأطروحات المبتورة عن الوضعية، في الحالات القصوى، إلى ظهور الأيديولوجية العلموية (نزعة علمية مغالية).

هيمن التيار الوضعي طيلة القرن التاسع عشر وما يزال موجودا حتى أيامنا هذه في الأوساط العلمية، لا سيما بين مؤيدي فيزياء الكم الذين يستخدمون الاحتمالات والإحصاءات على نطاق واسع للربط بين ملاحظاتهم وتوقعاتهم. وتُصنّف ضمن التيار الوضعي، وفقاً لكريم ماري [9]:

- **تقليدية** بوانكاري (1854-1912) Poincaré التي تعتبر أن الفرضيات ليس لها قيمة معرفية في حد ذاتها؛
 - **براغماتية** جامس (1842-1910) James الذي يؤكد، حسب لمواني Le Moigne [13]، أن "**الحقيقي يتلخص ببساطة فيما هو مفيد للفكر**";
 - **الوضعية المنطقية** لكارناب (1891-1970) Carnap التي تقول إن العمليات المعرفية لإنشاء التمثيلات يجب أن تكون قابلة للبناء أو إعادة البناء.
- تُعدّ الوضعية المنطقية أحياناً كإحدى المقدمات الممهّدة للتيار البنائي.

يميل مدرس العلوم، الذي ينتمي إلى التيار الوضعي، إلى الإقرار بأهمية التكامل بين التجريب والاستدلال في تعليم التلميذ، مع التركيز على المسعى الذي يتيح إمكان تحليل مجموعة من القياسات إحصائياً للحصول على نموذج بسيط، ما أمكن ذلك. ودرس العلوم، بالنسبة إلى هذا المعلم، سلسلة من التجارب التي يجب أن يتمكن الطالب من فهمها وإعادة إنتاجها وإتقانها وربطها منطقياً ببعضها البعض عن طريق استدلال استقرائي دقيق.

4.1. التيار البنائي (القرن العشرون)

يمكن للمرء، حسب لمواني [13]، أن يجد عند السفسطائيين اليونانيين بعض الأفكار التي من المصوغ إلحاقها بالموقف البنائي، ويضرب مثلا على ذلك: تصور غموض الواقع عند هيراقليطس (480-550 ق.م) ومقولة بروتاغوراس (485-410 ق.م) "**الإنسان هو مقياس كل شيء**". وواقع الأمر أنّ التيار البنائي بمفهومه الشائع، لم يظهر إلّا في القرن العشرين، وهو يُنسب عادة إلى عالم الرياضيات الهولندي بروير (1881-1966) الذي استعمل مصطلح البنائية لتحديد موقفه من مسألة الأسس في الرياضيات التي تعارض الموقف الشكلي لهيلبرت (Hilbert (لارجوات [11] Largeault)). ولعلّه يكون من المناسب هنا، لتعميق تفكيرنا حول العلوم، وتحديدًا، حول مفهوم الموضوعية، تقديم مسألة أسس الرياضيات بإيجاز شديد.

هل يمكننا تعديد كل الرياضيات على نظام واحد متماسك ومتكامل؟ عادة ما يُصنّف علماء الرياضيات الذين حاولوا الإجابة عن هذا السؤال إلى ثلاث مدارس:

- **المدرسة اللوجستية** التي تحاول بناء كل الرياضيات على منطق الجمل؛
- **المدرسة الشكلية** التي تحاول إثبات تماسك كل المسلمات الأساسية للرياضيات؛
- **المدرسة البنائية** التي لا تعدّ صحيحاً إلّا ما يمكن بناؤه (في عدد محدود من المراحل) انطلاقاً من أفكار يقبل الحدس بصحتها.

ولقد واجهت المدرستان، الأولى والثانية، كما يشير إلى ذلك بارو [3]، عقبات عديدة مستعصية. وبالفعل، فلقد لاحظ أتباع المدرسة اللوجستية استحالة تحديد منطق بناء الرياضيات تحديداً تاماً دون اللجوء إلى نتيجة مستمدة من الرياضيات ذاتها. أما بالنسبة لأصحاب المدرسة الشكلية، فلقد بين جودل Gödel، عام 1931، أن أي نظرية، قوية بما يكفي لتكون قادرة على احتواء نظرية الأعداد الصحيحة، لا يمكن إثبات تماسكها. ويمكن القول في نهاية المطاف، إن المدرسة البنائية نفسها كان عليها أن تقر، مكرهة، بأنه لا يمكنها تغطية مجال الرياضيات الكلاسيكية بأكملها، بمجموعة واحدة. لذلك يبدو من المستحيل توحيد الرياضيات في نظام متماسك وكامل لا يحتوي على مركبة

ذاتية يسميها البنائيون الحدس. فكما استخلصه بارو [3]، "ترتكز الرياضيات على ركيزتين، الحدس والمنطق، [...] أولى الخطى نتاج الحدس، ويأتي من بعد المنطق".

لقد تبنى عالم النفس السويسري بياجي Piaget (1896-1980) الموقف البنائي في الستينيات لشرح أساس المعرفة. وفعلاً فإن بياجي وجارسيا Garcia يريان أنّ "الحقيقة هي [...] دائماً حاصل تركيب، بين جزء توفره الأشياء، وجزء آخر يبنيه الملاحظ الراصد".

وخلاصة القول إنّ التيار البنائي، بتأكيديه على غلبة الجانب البنائي في المعارف عموماً والمعارف العلمية خصوصاً، يلقي بظلال الشك على إمكانية الحصول دائماً على علاقات موضوعية تُبنى عليها العلوم. إن انعدام وجود علاقة موضوعية يبطل، بداهة، كل عملية شكلية للتحقق ويجعل تطبيق معيار بوبر بالدقة المرجوة أمراً مستحيلاً. إن التيار البنائي، بتخليه عن الموضوعية، يسوّي بين المعرفة العلمية وأي معرفة أخرى ويرى بأن العلوم تبني (بدلاً من أن تكشف) حقيقة محتملة انطلاقاً من تجارب معرفية متعاقبة.

إنّ البنائيين لا يرفضون حسب لاغوشال Laroche وديسوتال Désautels [12]، وجود واقع مطلق، لكنهم يؤكدون أنه لا يمكن معرفته. ولتوضيح هذه النقطة، يستعمل المؤلفون التشابه مع المفتاح: "تناسب المعرفة والواقع مثلما يتناسب المفتاح والقفل. وينطبق التناسب على المفتاح لا على القفل. أي بعبارة أخرى، إنه يمكنني وصف المفتاح دون أن يكون بإمكانني وصف القفل. [...] وكما أن المفتاح لا يعيد إنتاج القفل، فإن المعرفة لا تعيد إنتاج الواقع أيضاً". يحتل التيار البنائي، الذي لم يكده ذكر في الأوساط العلمية التقليدية، مكانة هامة في علم النفس والتعليمات حيث يُستعمل مصطلح البنائية في عدة مستويات مختلفة، بمعان متقاربة، ذات صلة فيما بينها (استولفي وآخرون Astolfi et al. [2]). فعلى سبيل المثال، نجد مصطلح البنائية في علم النفس يستعمل لوصف النموذج المعتمد لفهم النشاط المعرفي لموضوع ما، بينما يُستعمل نفس المصطلح في التعليمات لوصف طرق تدريس معينة يكون فيها التلميذ في قلب عملية التعلم. وإلى جانب هذا الاستعمال للمصطلح نجد الاستعمال الابستمولوجي الذي يصف تصوّر بعض المعلمين وعلماء النفس والأساتذة للعلوم بشكل عام.

يُصنف ضمن التيار البنائي، حسب لاغوشال وديسوتال [12]:

- **البنائية الشخصية** التي ترى أن "العلم لا يمكن أن ينتقل بشكل تلقائي، وأنه يجب أن يُبنى بناء بمشاركة نشطة للمتعلم"،

- **والبنائية الراديكالية** التي تتبني التعريف السابق وتضيف إليه "ينبغي أن يُنظر إلى عملية التعلم على أنها وظيفة تكيفيه تعمل على تنظيم عالم التجربة بدلاً من اكتشاف الواقع الوجودي".

يميل مدرس العلوم ذو النزعة البنائية إلى التأكيد على الطابع الجزافي أو الذاتي للنماذج العلمية، مما يشجع الطالب على بناء معرفته الخاصة. وبالنسبة لهذا المعلم، فإن التجريب يستخدم فقط للتحقق من التماسك الداخلي للبناء. ودرس العلوم، بالنسبة إليه، سلسلة من نماذج معترف بها حالياً في الوسط العلمي، نماذج يجب أن يتمكن الطالب من فهمها وبنائها وإتقانها. وواضح أن المعلم الذي يتبنى المنظور البنائي للعلم سيميل أيضاً إلى تبني عمليات التدريس البنائية التي تضع الطالب في قلب عملية التعليم.

5.1 التيار الواقعي (القرن العشرين)

يكون الفيلسوف اليوناني أرسطو Aristote (384-322 ق.م)، حسب بيجين [4] -لاهتمامه ببناء بعض نماذجه استنباطاً من ملاحظاته المنهجية للطبيعة- قد تبنى موقفاً يمكن وصفه، بعدياً، بالموقف الواقعي. والواقعية ترى أن النماذج العلمية تقديرات تقريبية لواقع موضوعي موجود بشكل مستقل عن الملاحظ أو الراصد. إنّ هذا التيار،

يختلف عن العقلانية والتجريبية والوضعية، لكونه لا يخصّ مقارنة بعينها بتطوير المعرفة، فهو يقر بتكامل المقاربات المختلفة.

ويرى أوينز Owens وستاركي Starkey [15]، أن الفيزيائيين بلانك Planck (1858-1947) وآينشتاين (1879-1955) ينتميان عمومًا إلى هذا التيار استنادًا إلى ردّ فعل هذا الأخير: "الله لا يلعب النرد" مقارنة بالموقف الوضعي لبور الذي يرى أن الارتياح الكميّ، خاصية جوهرية للواقع، لأنه دائمًا مقدار مقيس. إنّ ما يميز الواقعية عن البنائية هو إقرارها بوجود واقع تنزع النماذج العلمية (التي هي أيضًا بنايات بشرية) إلى وصفه. فبدلاً من المقولة "الراصد يبني الواقع" عند البنائية الراديكالية، تقول الواقعية "الراصد جزء من الواقع". وهذا التمييز جد مهم، لأن الموقف الواقعي، مع اعترافه بالطابع ذي الدرجة الكبيرة من البناء للمعرفة العلمية، يقر بوجود آلية لتخيّر هذه المعارف تتوافق والتفاعل مع الواقع بهدف توقّعه. وبالتالي، يمكن هنا تطبيق معيار بوبر بكل دقة، حتى وإن كان للمعرفة العلمية مُركبة ذاتية، ما يعني أن ردّ فعل الواقع يتّسم دائماً بالاتساق (بقدر ما يكون الواقع متسقاً) بصرف النظر عن النموذج المختار لوصفه.

من المهم أن نلاحظ هنا أن الموقف الواقعي، لعدم اعتماده آلية محدّدة لبناء المعرفة العلمية، لا يمكنه أن يدعي أنّ العلوم تتقدّم بمحاولتها وصف الواقع، فإنّه، في أفضل الأحوال، إذا كانت دقة التوقعات تزداد، فإنّ بناء النموذج، الذي يجعل من الممكن إنتاج هذه التوقعات، يظل ذاتياً، تماماً كما كانت عليه الحال من ذي قبل. وهكذا، تنضوي النظريات تحت مناويل ناتجة عن الاتفاق الضمني والذاتي للمجتمع العلمي (كوهن Kuhn [10]، شرح جاروسون Jarroson [8]).

تاريخياً، ساهم عمل ميكلسون Michelson (1852-1931) فيما يتعلق بسرعة الضوء وعمل آينشتاين فيما يتعلق بالنسبية عام 1905 في التقليل من تأثير المدرسة الوضعية (لصالح الموقف الواقعي) وذلك من خلال التشكيك بجديّة في ضرورة مفهوم الأثير الذي ما انفك الوضعيون يدافعون عنه حتى ذلك الحين. وعزّزت نفس المنحى، أعمال رذرفورد Rutherford (1871-1937) المتعلقة بنواة الذرة وأعمال بور حول مدارات الإلكترونات حول النواة التي تؤكد فرضية الوجود الفعلي للذرات التي عارضها الوضعيون. وفي هذا السياق، نشير إلى أنّ الموقف الواقعي يختلف عن الموقف الوضعي من حيث كونه يعترف ببعض الواقعية في النماذج المُطوّرة التي يُقصد بها أن تكون تقريبات، أكثر فأكثر دقة، لواقع واحد.

تكون النزعة الواقعية، حسب ألتيرز [1]، موجودة بقوة لدى العلميين المعاصرين وهي أيضاً تمثّل وجهة النظر السائدة بين فلاسفة العلوم. ويرى بيجين [4] أنّ هذا التيار الابستمولوجي، محصّلة للمواقف المعتدلة لتيارات ابستمولوجية مختلفة ويبدو وكأنه الرؤية الأكثر أصالة بما له صلة بالعلم المعاصر. ينضوي تحت التيار الواقعي، دائماً وفقاً لبيجين، الواقعية الساذجة المرتبطة بـ "النزعة إلى اتخاذ النموذج كواقع" والواقعية النقدية التي ترى أن "النظريات العلمية تقريبات متتالية للواقع".

يميل مدرس العلوم، الذي ينتسب إلى المدرسة الواقعية، إلى التأكيد على الأدوار التكاملية بين الاستدلال الاستقرائي والاستدلال الاستنتاجي والتجريب في البحث عن معارف علمية جديدة، وإلى التأكيد أيضاً على الفروق بين النماذج (التي ينتجها العلميون) والواقع (الموجود بشكل مستقل عن النماذج)، وكذا الإقرار بوجود مركبة ذاتية، خلافاً لمبدعة، في تطوير النظريات العلمية. وتكون دروس العلوم، بالنسبة لهذا المُعلم، سلسلة من التجارب وإعمال الفكر والنماذج، سلسلة يجب على التلميذ أن يتمكّن من فهمها وبنائها وإتقانها ليصبح قادراً على توقّع سلوك الوسط المحيط به.

2. تقارب عبر التاريخ بين التيارات الابستمولوجية المقدمّة

عندما نحلّل، تاريخيًّا، تطور التيارات الابستمولوجية التي عرضناها، يمكن أن نلاحظ أنه، على الرغم من التناقضات بين المواقف الراديكالية للتيارات المختلفة، فإن المواقف المعتدلة تميل إلى التلاقي مع تعاقب الزمن. فبالفعل، إنّه يمكن النظر إلى الوضعية في القرن التاسع عشر (التي تحتكم إلى التجربة والمنطق) على أنها موقف وسطي بين عقلانية القرن السابع عشر وتجريبية القرن الثامن عشر. وكذلك، يمكن اعتبار البنائية والواقعية في القرن العشرين كرد فعل عن السذاجة المنهجية للوضعية. إن هذين التيارين (البنائية والواقعية)، في مظهرهما المعتدل، يؤكد كلاهما على الطابع الذاتي والبنائي للنماذج العلمية ويقرّان بوجود واقع مستقل عن النماذج. وبطبيعة الحال، فإنّه لم يحدث بعد توافق كليّ بين مختلف التيارات حول جميع النقاط، وبالتحديد، فيما يخبرنا به المفتاح عن القفل، غير أنه، ربما يمكننا، أن نأمل أننا نشهد تقاربًا على صعيد الأفكار.

3. حدود التصنيف المقدم

على الرغم من تردّد المصطلحات المستعملة سابقًا لتسمية مختلف التيارات الابستمولوجية في معظم النصوص ذات الصلة بالموضوع، إلّا أنه لا مناص لنا من الإقرار بأنّ هذه المصطلحات لا تقرن دائمًا بنفس المعنى. فعلى سبيل المثال، يُعرّف استولفي وآخرون [2] العقلانية التطبيقية (كما عند باشلار) على أنها موقف وسطيّ بين المثالية (مصدر المعارف الحصري عمل الفكر) والتجريبية (مصدر المعارف تراكم الأحداث)، ومن السّهولة بمكان (في هذه الحالة) أن ندرك أنّ المثالية من منظور استولفي تتوافق والعقلانية كما جاءت في تصنيفنا، وأن العقلانية من منظور استولفي وأخرين تتوافق والواقعية كما جاءت في تصنيفنا. ولذلك يتعيّن، عند الرجوع إلى النصوص حول الابستمولوجيا، التأكيد دائمًا من التعريف الذي يقرنه المؤلفون بكل مصطلح يستخدمونه.

هذا، ومن ناحية أخرى، فإنّ تصنيفنا هذا ثمره جهد تفكير طويل لفلاسفة وعلماء ومختصين في التعليمات حول تاريخ العلوم ولا يتوافق بالضرورة والفكرة التي يكوّنها، تلقائيًا، رجل علمٍ ما على العلم. إنّه يمكن، كما يشير إلى ذلك ألتيرز [1]، أن يتوقف تصوّر العلم لدى عالمٍ على الموضوع: فقد تكون لديه، على سبيل المثال، ميول إلى التيار الوضعي عندما يتعلق الأمر بتفسير فيزياء الكم وميول إلى التيار العقلاني عندما يتعلق الأمر بتفسير انحناء الفضاء-زمن. وحاصل القول، إن التصنيف الذي اعتمدناه صورة لميول المجموعة العلمية بشكل عام، وعلى الرغم من كوننا نربط عالمًا مشهورًا واحدًا على الأقل بكل تيار، فذلك لا يبيح لنا أن نستنتج أنه يمكننا ربط تيار ابستمولوجي واحد بكل عالم. فنذكر، على سبيل المثال، أنّ نيوتن الذي نسبناه إلى التيار التجريبي (الذي هيمن في عصره)، يُنسب أيضًا أحيانًا إلى التيار الواقعي.

وتنشأ صعوبة إضافية عند محاولة تحديد التصوّر الذي يكوّنه الأساتذة عن العلم، لأنهم ليسوا معنيين في المعتاد بمجال محدّد من البحث العلمي. إنّ دورهم يتلخص أساسًا في تقديم العديد من النظريات العلمية التي غالبًا ما يكون انتسابهم الابستمولوجي إليها غير واضح المعالم. ويمكن أن يؤدي هذا إلى ارتباك من المحتمل أن يكون مردّه إلى أن العديد من مُعلمي العلوم غير قادرين على صوغ مفهوم للعلم يكون، في نفس الوقت، عميقًا ومتناسكًا (جلاجهير Gallagher [7]). لذلك غالبًا ما يكون من الصّعبية بمكان تحديد انتساب أستاذ إلى تيار ابستمولوجي معين، ومن الصعب جدًّا أيضًا قياس آثار هذا الانتساب على دروسه.

الخاتمة

قدّمنا في هذه الوثيقة، التيارات الابستمولوجية الخمسة الرئيسية، وهي العقلانية والتجريبية والوضعية والبنائية والواقعية. وقد لاحظنا أن كل تيار منها يقترح تصوّرًا للعلم مميّزًا وأن هذا التصور لا يتفق دائمًا مع التصورات التي تقترحها التيارات الأخرى.

إنه ينبغي ألا نفاجأ-انطلاقًا من كون أنّ رجل علم معيّن لا ينتمي بالضرورة إلى تيار ابستمولوجي واحد-إن نحن وجدنا أنّ تصوّر مُعلم للعلوم للعلم ليس بالمنسجم دائمًا وأتّه ليس من السهل إثبات انتماء معلم لهذا التيار الابستمولوجي أو ذاك، ومن ثمّ، فإنه يمكننا أن نفهم، أنّه من الصعوبة بمكان، قياس آثار انتساب مُعلم إلى تيار ابستمولوجي على دروسه.

إنّ كل ما يمكن الحصول عليه، هو صورة للأولويات البيداغوجية وتصور لدروس العلوم متساوقة وانتماء المُعلم إلى تيار معين. وما يمكن أن نأمله، لفائدة الطلاب، هو أن يتفق العلماء والفلاسفة والمعلمون على تصور للنشاط العلمي حتى يتمكن الطلاب من اكتساب رؤية موحّدة ومتماسكة للعلم.

ملخص للتيارات الابستمولوجية الرئيسية

التيار	الوصف	الميول البيداغوجية	الفيلسوف أو العالم
العقلانية (القرن السابع عشر)	كل المعرفة الصحيحة تأتي أساسًا من إعمال العقل.	التأكيد على أهمية الاستدلال العقلي على حساب التجريب	أفلاطون (428-347 ق.م) ديكارت (1596-1650) لايبنتز (1646-1716) كانط (1724-1804)
التجريبية (القرن الثامن عشر)	كل المعرفة الصالحة تأتي أساسًا من التجربة.	التأكيد على أهمية التجريب على حساب الاستدلال.	أناكسيمين (610-545 ق.م) بيكون (1561-1626) لوك (1632-1704) نيوتن (1642-1726) بيركلي (1685-1753)
الوضعية (القرن التاسع عشر)	يتقدم العلم بناءً على الحقائق المقيسة التي يستخلص منها النماذج بواسطة الاستدلال الاستقرائي الدقيق. لا وجود لما لا يمكن قياسه بشكل مباشر.	الاعتراف بالأهمية التكاملية بين التجريب وعمل الفكر بالتأكيد على المنهج العلمي الذي يمكن من تطوير العلم.	سكتوس أمبيركوس (160-210) كونت (1718-1857) ستيوارت ميل (1806-1873) ماخ (1838-1916) بريدجمان (1882-1961) بور (1885-1962) كارناب (1891-1970)
البنائية (القرن العشرين)	المعرفة العلمية (الملاحظات والنماذج) هي بنيات ذاتية لا نخبرنا بثيء عن الواقع.	التأكيد على الطبيعة الجزافية الذاتية للنماذج العلمية بتشجيع الطلاب على بناء معارفهم.	هيراقليطس (480-550 ق.م) بروتاغوراس (485-410 ق.م) بروير (1881-1966) بياجي (1896-1980)

الواقعية (القرن العشرين)	النماذج العلمية هي بنيات تهدف إلى التنبؤ ببعض جوانب الواقع الموضوعي الموجود بشكل مستقل عن الراصد.	التأكيد على الفرق بين النماذج التي أنشأها العلماء والواقع الموجود بشكل مستقل عن النماذج. النماذج عبارة عن تقديرات تقريبية متتالية للواقع.	أرسطو (384-322 ق.م) ريد (1710-1796) بلانك (1858-1947) آينشتاين (1879-1955) راسل (1872-1970)
-----------------------------	---	---	---

يتضمن الجدول اسم التيار الابستمولوجي، والزمن الذي ساد فيه، وسمته الغالبة، والميول البيداغوجية الملحوظة المصاحبة له وكذا بعض أسماء الفلاسفة أو العلماء المرتبطين به.

- العنوان الأصلي للمقال المترجم ورابطه: (2005) "Épistémologie et enseignement des sciences" <https://bit.ly/3hD7sTi>

مراجع

- [1] Alters, B.J., Whose Nature of Science ? Journal of Research in Science Teaching, 34(1), 39-55, 1997.
- [2] Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J., Mots-clés de la didactique des sciences, De Boeck, Paris, 1997.
- [3] Barreau, H., L'épistémologie, PUF, Paris, 1995.
- [4] Begin, R., Conception de la science et intervention pédagogique, Spectre, 26(2), 10-16, 1997.
- [5] Blanshard, B., "Rationalism", Encyclopaedia Britannica, 2001.
<https://www.britannica.com>
- [6] Feigl, H., "Positivism", Encyclopaedia Britannica, 2001.
<https://www.britannica.com>
- [7] Gallagher, J.J., Prospective and Practicing Secondary School Science Teachers' Knowledge and Beliefs about the Philosophy of Science", Science Education, 75, 121-133, 1991.
- [8] Jarrosson, B., Invitation à la philosophie des sciences, Seuil, Paris, 1992.
- [9] Kremer-Marietti, A., Le positivisme, PUF, Paris, 1993.
- [10] Kuhn, T.S., La structure des révolutions scientifiques, Flammarion, Paris, 1983.
- [11] Largeault, J., L'intuitionnisme, PUF, Paris, 1992.
- [12] Larochelle, M. et Désautels, J., Autour de l'idée de science, Sainte-Foy, Presses de l'Université Laval, 1992.
- [13] Le Moigne, J.-L., Les épistémologies constructivistes, PUF, Paris, 1995.
- [14] Legendre, R., Dictionnaire actuel de l'éducation, Guérin, Montréal, 1993.
- [15] Owens, J. et Starkey, H., "Realism", Encyclopaedia Britannica, 2001.
<https://www.britannica.com>
- [16] Popper, K., Conjectures et réfutations, Payot, Paris, 1985.
- [17] Quinton, A. M., "Empiricism", Chicago, Encyclopaedia Britannica, 2001.
<https://www.britannica.com>
- [18] Robert, P., Le nouveau petit Robert, S.N.L., Paris, 1995.