محاضرات في فلسفة العلوم السداسي الأول

السنة الأولى ماستر تخصص فلسفة تطبيقية

تمهيد:

إن ولوج مباحث فلسفة العلوم قد يخرجنا عن عادة الباحثين الذين تعودوا في المضي قدمًا في معالجة المسائل التي تتعلق بميدان بحثهم دون أن يطرحوا أسئلة حول ماهية الميدان الذي يبحثون فيه، إلا إذا كانت هناك شروطًا جديدة تقتضي معها مراجعة الأسس والمناهج والنّتائج المتبعة. لكن البحث في مجال فلسفة العلوم يتطلب منا المرور بعتبة مفاهيمية من أجل الخوض في مثل هذا النّوع من الدّراسات، التي يمكن أن نلمس جدّتها سواء في الدراسات العربية أو لدى طالب الفلسفة الذي لا يمكن أن يطرق مثل هذه الدراسات إلا عبر مروره بتكوين يمتلك من خلاله على الأقل ناصية المصطلح.

إن المفاهيم التي سنوردها لمختلف المصطلحات التي تتداخل معها فلسفة العلوم، هي في الأغلب مفاهيم إجرائية، وليست موسوعية يمكن الاستكانة إليها والاكتفاء بها بل هي رفيق من أجل تقريب وجهات النّظر التي نريد بلوغها في هذا البحث، فما هي فلسفة العلوم؟ وما علاقتها بمختلف حقول المعرفة التي تجاورها في البحث والمعنى؟

1- مفهوم فلسفة العلوم:

يعتبر مفهوم "فلسفة العلوم" من المفاهيم التي يصعب ضبط محدداته بدقة، وذلك لأن من شروط المفهوم الحصر، لكن طرفي هذا المصطلح لا يتوفر فيهما تقريبًا هذا الشرط، "بما أن القول هو لفظ دال، الواحد من أجزائه قد يدل على انفراده على طريق أنه لفظةٌ، لا على طريق أنه إيجاب"، لذلك فإن تفكيك هذا المصطلح غايته هي ضبط مدلولات أقطابه، والذي سيساعدنا على وضع مقاربة لمدلوله بشكله المركب، باعتباره ضرب من التأمل المتميز بشمولية طامحة، بما أن الفلسفة هنا قد لا تكتفي بتناول العلم في بعد من أبعاده، وإنما تسعى للاشتغال بأبعاده كلها، بما أن كل عناصر العلم تدخل ضمن اهتمامها، العالم كذات منتجة

للمعرفة، والمجتمع كمستهلك لهذا العلم، ومنزلة هذا الإنتاج في سلم القيم الإنسانية ويشمل الانشغال كذلك مشروعيته كمعرفة من حيث مبادئه ومناهجه ونتائجه، لهذا فإن مصطلح "فلسفة العلوم" سيكون مرتبطًا بكل ما يتصل بالعلم من قريب أو من بعيد، ليتسع مجاله الدلالي فيشمل (علم اجتماع العلم) و(علم نفس العلم) و(تاريخ العلم)... حتى أننا نتساءل عن مدى وجاهة إضافة كلمة "فلسفة" إلى كلمة "علوم" لتتشكل عبارة "فلسفة العلوم".

أ- فلسفة جديدة:

إننا لا نقصد هنا فلسفة بعينها، لها محدداتها ومبادئها التي قد تجلب الاختلاف بين مريديها أكثر من تركيزها على نقاط الاتفاق في تعريفها، بما أن الاختلاف في تعريفها هو من محددات غناها وتنوعها، "بما أن مسألة معنى الفلسفة وماهيتها تكوّنها أكثر مما تحدها إجابة عن هذا السؤال، ومسألة أن السؤال ينبعث دائمًا، في غياب الإجابة المقنعة، هي لمن يروم تسمية نفسه فيلسوفًا سبب تواضع، وليست سبب مذلة"، وقد تزيد ماهيتها التقليدية، كباحثة عن الحقيقة بواسطة إتقان فن التفكير، ضمورا إذا ما ربطت بالعلوم.

إن النص الفلسفي في العلوم قد يتخلى عن الكثير من مظاهر تميزه، بما أن هذا النص سوف لا يبذل جهدًا ضروريًا ليميز لنا بين وعي الفلسفة لذاتها وممارستها الفعلية عندما تسير جنبًا إلى جنب مع مراحل تطور العلوم، أي قد يشغلها شغف تحليل ونقد وتقييم الاكتشاف العلمي بما أنه عمل يوصف بالنسبة إلى ممارسيها على الأقل بالموضوعية، على بعدها الذاتي الذي يشكل أنساقها واتجاهاتها التي تميزها عن القول العلمي، واعتقادنا بأن هذا الشعور الذي ظلت الفلسفة تتنكر عن إظهاره، جعلها تقع تحت ضغط تلك المقاومة اللاّشعورية، لما تفعله مع العلم لتستعيض عنه بشعورها المباشر بذاتها، وهذا بديل ترتاح إليه من هيام الميتافيزيقا، لكنها ستبقى عاجزة عن أن تدرك هويتها وتحدد رهانها الذي من خلاله تتعرف على موقعها.

كما أن العلوم لم تتوقف يوما عن التشكل والتفرع، سواء في صياغتها لقوانينها أو إعادة تقييم مناهجها، بل حتى أنها تعيد في كثير من الأحيان المواضيع التي تبحث فيها لتنقسم على نفسها وتظهر علوم جديدة أو تعيد ترتيب نفسها بما يخدم تطور الموضوع من حيث الاكتشاف وإعادة التبسيط بعد مرحلة كان يظهر فيها أعقد مما يبدو.

لذلك فإن ربط حدين غير منحصرين سوف ينتج عنهما حد لا منحصر بالضرورة، لكن هذا لا يعني الهلامية المطلقة للمصطلح الذي تجعله يخرج عن السيطرة، فقد أورد الجابري أربعة وجوه يمكن أن نقول عنها بأنها مجالات تبحث فيها فلسفة العلوم، وهي:

1- دراسة علاقة العلم بكل من العالم والمجتمع، باعتبار أن العلم نشاط من أنشطة المجتمع، وبه يقاس تطوره.
2- دراسة العلم في ضمن علاقاته مع مختلف القيم الإنسانية.

3- تشييد فلسفة للطبيعة انطلاقًا من نتائج العلم.
4- التحليل المنطقي للغة العلمية.

على أن هذه الوجوه تحتكم إلى تلك المقاربة التي تؤمن بأن هناك علاقة شائكة تربط العلم بالفلسفة، وهذه العلاقة من خصوصيات الفلسفة اليوم،التي تريد زيادة ربط علاقتها بالعلم، سواء كانت هذه العلوم تنصب في دراستها على المادة وهو ما ركزت علية الفلسفات التي صاحبت الثورة العلمية، بمختلف أشكالها أو تتخذ من الإنسان موضوعا لها بعد النجاح الذي حققته العلوم الإنسانية.

لكنبعد التطور الكبير الذي عرفته العلوم وبداية تراجع الفلسفة عن ثوابتها، التي كانت تحاول من خلالها استيعاب كل العلوم داخل أنساقها بصيغ مختلفة، بدأت تبدو بأن لم تعد منها أي جدوى أمام هذا التّغير الحاصل في الفكر الإنساني ككل،فتحولت الفلسفة بذلك إلى الاهتمام بالمناهج، والمبادئ، ومختلف النّتائج، التي يقدمها هذا العلم أو ذاك، محاولة تسخيرها لتطوير نفسها "لأن طبيعة العلم وما تثيره من مشكلات فلسفية،ستشكل موضوع فلسفة العلم، وهكذا تصبح الأفكار الداخلة في إطار فلسفة العلم فارغة من المعنى إن لم يتم ربطها بالخبرة العلمية".

بل نجد أن فلسفة العلوم قد تدخل الدّارس في كثير من الحقول التي لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة مع الموضوع الذي يبحث فيه العلم، وفي هذا يقول جيلينز:"إن فلسفة العلم ليست –كما يبدو للوهلة الأولى- بحثًا ضئيل الشأن، ولا صاحبها باحثًا معزولا في "برج عاجي" بل إن قضايا العلم كثيرًا ما تمس مجالات السياسة والدين مسًا مباشرًا، وبالتالي فهي تبعث الروح وتجدد الحيوية لهذه المجالات"، لذلك نجد الكثير من الدارسينيستعملون مصطلح ابستيمولوجيا بدل مصطلح فلسفة العلوم،وهذا طلبًا للدقة والتحديد، فماذا نقصد بالابستيمولوجيا ؟ وما هو الموضوع الذي تدرسه؟

تعتبر كلمة إبستيمولوجيا Epistémologie ذات الأصول اليونانية من المصطلحات المركبة، إذ يمكن أن نميز فيها لفظين épistémé وتعني المعرفة connaissance أو العلم science، ولوغوس logos وتعني الخطاب discours أو العلم كذلك، فهي من هذا تعني " خطاب في المعرفة" أو " علم المعرفة".

أو إذا أردنا التدقيق في الاشتقاق اللّغوي لهذين المصطلحين، فهي تعني كذلك " علم العلوم" أو " الدراسة النقدية للعلوم"..

أما كمفهوم إجرائي للابستيمولوجيا فإنه يختلف من حيث الدلالة والاستعمال، حيث يمكن أن نميز فيه دلالتين بين الاستعمال الانجليزي (anglophone)، والاستعمال الفرنسي (francophone).

إن مصطلح إبستيمولوجي epistémology في الانجليزية، والذي صكه لأول مرة جيمس فيرييه J.F.Farrierعام 1854م، كان يعبر به عن نظرية المعرفة، وهذا ما يظهر من خلال عنوان كتابه "الابستيمولوجيا أو نظرية المعرفة" (théorie de la connaissance)، ثم أشاع استعمال هذا المصطلح مؤرخ الفلسفة إدوارد زيلر I.Zellerمنذ عام 1862م، وقد استعمله كذلك مرادفًا لمعنى نظرية المعرفة،وبذلك فالاستعمال الانجليزي للمصطلح، كان مرادفًا دائمًا لنظرية المعرفة.

أمّا الابستيمولوجيا (épistémologie) بالمعنى الفرنسي، فقد ذهبت عكس هذا الاتجاه، رافضة كل نظرية في المعرفة، وهذا انطلاقًا من الدّراسة التي قدمها "أ. كونت" حول رفضه لمحاولة معرفة قانون الروح الإنسانية مباشرة، التي يمكن أن تكون مجرد دراسة لأنشطة الحياة الإنسانية بواسطة دراسة العلم وتاريخه.

وقد استمر آبل راي A.Rey في نفس هذا النّهج معتبرًا بأن نظرية المعرفة هي إيديولوجية مشوشة، ونقد دلالي بدون كشف فلسفي وتاريخي عن العلم.

ومع مجيء باشلار رُفض لديه الاكتفاء بمنهج وحيد في المعرفة، بل هناك عدة مناهج نحقق بها عملية المعرفة، لكن كلها تابعة لمجال التجربة، والأسئلة التّقليدية في نظرية المعرفة من هذا الجانب غير مقبولة، وخاصة السؤال التقليدي عن علاقة موضوع المعرفة بالذّات العارفة.

وأصبحت الابستيمولوجيا بالمعنى الفرنسي، تعني تفكير استدلالي في العلوم، ومن دون أن يكون ذلك مجرد تكرار لما جاء في النظرية، بل أصبحت تطرح أسئلة مباشرة على العلم، تريد من خلالها معرفة طبيعة تكونه، والمسار الذي يسلكه، والنسقية التي أوجدها... فأسئلة مثل: كيف تقترح نظرية العلم جعل العلوم نسقية؟ وهل هذا هو دورها؟ لم تعد مطروحة أمام نظرية المعرفة ولم تعد تتكفل بها، فقد أوكلت تلك الإجابات إلى مبحث جديد أوجد علاقة مثمرة تقع على عاتق الصلة القائمة بين نظرية المعرفة وتاريخ العلوم، وبذلك أصبحت الابستيمولوجيا عند الفرنسيين تدرس العلم وكل ما يتعلق بنظرياته.

لكن لو رجعنا إلى كلا المقاربتين – الانجليزية والفرنسية- من حيث الاشتقاق يمكن الإقرار بصحتهما، فنجد بأن هناك صلة بينهما من حيث الدّال ويختلفان من حيث المدلول، وهذا ما أشار إليه بيار جاكوب P.Jacob، ففي نظره تفسير اللّفظ إبستيمي épistémé اليوناني، قد يعني معرفة connaissance، كما فهمه الانجليز، أو يعني علم science كما أوله الفرنسيون، وهذا ما يبرر الاختلاف في التّسمية بين المدرستين.

أما الابستيمولوجيا عند لالاند A Lalande فهو يعرفها بقوله: " تدل هذه الكلمة على فلسفة العلوم، لكن بمعنى أدق، فهي ليست حقًا دراسة المناهج العلمية، التي هي موضوع

الميتودولوجيا (Méthodologie)، والتي تعتبر جزء من المنطق، كما أنها ليست توليفًا أو إرهاصًا ظنيًا للقوانين العلمية (على منوال المذهب الوضعي والنشوئي)، فالابستيمولوجيا في جوهرها هي الدّراسة النّقدية لمبادئ مختلف العلوم وفرضياتها ونتائجها، الرّامي إلى تحديد أصلها المنطقي، وقيمتها ومداها الموضوعي".

إن المقاربة التي قدمها لالاند حول مفهوم الابستيمولوجيا، تجعلنا نحدد المباحث التي تخوض فيها، فهي تدرس المبادئ والأسس التي تقوم عليها مختلف العلوم، كما أنها تنقد تلك الفرضيات التي يضعها الباحث قبل وصوله إلى النتائج، وبذلك فهي تتميز بمباحثها عن الميتودولوجيا وفلسفة العلوم، مع أن لالاند لم يأت على ذكر نظرية المعرفة، وهذا لاختلافها الكلي – عند الفرنسيين عامة- عن الابستيمولوجيا.

كما أن تفريق لالاند بين هذه الأنواع من الدّراسات، يؤكد التقارب الموجود بينها وبين الموضوع الذي تدرسه الابستيمولوجيا، وقد وقع لالاند هو نفسه في خلط من هذا النّوع، كان يجيزه عصره، وذلك عندما جعل الميتودولوجيا جزءًا من المنطق، مع أن هذه الدّراسة تتطرق إلى مناهج العلوم، وقد استقلت بنفسها لتشكل "علم المناهج"، مختلفة بذلك كلية عن المنطق، وهذا لا يعني أنهما لا يلتقيان، إذ يمكن ونحن نتعرض للمسائل المتعلقة بهاذين الميدانين، أن نصل إلى بعض ما يهم دراسة مناهج العلوم، فعندما نتعرض لدراسة المناهج الاستدلالية دارسين في هذه الحالة العلوم الرّياضية، فإنّ هذه الدّراسة قد تقودنا إلى بعض المسائل المتعلقة بالمنطق أو بابستيمولوجيا العلوم الرّياضية، وحين نتعرض لدراسة المنهج التّجريبي، كما هو في الفيزياء أو البيولوجيا، فإننا قد نصل إلى بعض المسائل المتعلقة بابستيمولوجيا هذه العلوم أو المنطق.

كما أن لالاند دعا إلى توسيع مباحث الابستيمولوجيا، لتتطرق بالبحث عن الخفايا الموضوعية للعلم، لأن البحث في تطورها الفعلي لا يمكن فصله عن الدّراسة النّقدية المنطقية، وهذا ما نلمسه في الدراسات الابستيمولوجية لدى باشلار، حيث كان دائمًا يشير إلى الخلفيات النفسية للنظرية العلمية.

وبذلك يعتبر باشلار من خلال كتابه " الفكر العلمي الجديد" من أهم الذين عالجوا وطرحوا مسائل ومشاكل مناهج العلوم ومشكلات المعرفة في الفلسفة. وقد أظهر أن الفكر العقلاني يسبق الاتصال بالتّجربة، ولكن التّجربة بدورها تأتي وتُفجر كلّ التنظيمات العقلية التي يكون الإنسان قد بناها في ذهنه.

وبذلك يعتبر باشلار من مؤسسي الابستيمولوجيا التاريخية، الذي صب كل جهده على تمثل الفكر العلمي الجديد، الذي تجسد في الثورة المعاصرة ممثلة في الهندسة اللاإقليدية والنظرية

النسبية والكوانطا، أو كل ما تحقق في مجال اللامتناهيات في الصغر والكبر والتعقيد[1]، وهنا ظهرت الحاجة إلى التركيز على تاريخ هذه الأفكار والاكتشافات من أجل معرفة الظروف التي أنتجتها، وهذا ما دعى إلى تطور تاريخ العلوم، فما هو تاريخ العلوم؟ وما هو الغرض من وجوده؟

أولا: العلاقة بين العلم والفلسفة:

يعرف العلم على أنه نسق من القضايا المنطقية التي تعبر عن فرضيات صحيحة ،يهدف من خلالها إلى فهم العالم من حولنا سواء أكان هذا العالم طبيعيا أو كان بشريا، والعلم كذلك منهج في البحث العلمي من أجل إنتاج المعرفة .

وانطلاقا من العلاقة الجدلية بين العلم والفلسفة تظهر وظيفة كل من العلم اتجاه الفلسفة ودور هذه الأخيرة في توجيه حركة البحث العلمي، فالعلم بحاجة مستمرة في القول الفلسفي في التأسيس للمفاهيم والمقولات وحتى البراهين العلمية في شكل نسق منطقي محكم،ومن خلاله يتم الانتقال من ملاحظات مباشرة وبسيطة إلى قوانين كلية منتظمة ،فالعلم إذن لا يقوم إلا في علاقته مع العلم وهو ما عبر عنه هيدغر في قوله أن العلم لا ينبثق إلا من المجرى الفلسفي.

ومن أمثلة المشكلات الفلسفية التي يحاول العلم الإجابة عنها:ما أصل الكون؟ما طبيعة المادة؟ما المقصود بالزمان ؟وما المقصود بالمكان؟.....الخ.

والفلسفة بدورها تباشر النظريات العلمية بطريقة نقدية فهي الدراسة النقدية لموضوع ومنهج ونتائج النظريات العلمية المتنوعة بتنوع مجالات وأصناف العلوم المختلفة،كما تعمل الفلسفة على الإجابة على الأسئلة التي يعجز العلم عن الإجابة عنها،وتحاول استقصاء الأسباب التي تقف عائقا أمام عدم تمكن العلوم من الإجابة عن هذه الأسئلة.

فمهمة الفلسفة تعمل على تحليل المفاهيم والقضايا العلمية والكشف عن أصولها المعرفية سواء أكانت تجريبية أو عقلية أو براغماتية وكذلك الأنطولوجية،ومن هنا تنحصر مهمة فلسفة العلوم في:

-نقد المفاهيم التي يستند عليها العلم أو ينتجها.

[1] الزواوي بغورة، مدخل جديد إلى فلسفة العلوم(كتاب جماعي)، مطبوعات جامعة منتوري قسنطينة، الجزائر، د.ط،د.ت، ص 23.

-نقد جملة الافتراضات التي يقوم عليها الفكر العلمي أو ينطلق منها في بناء النظريات العلمية وتقديم تفسيراته وتنبؤاته.

-نقد الوضع المعرفي للعلوم من حيث نسقه المنطقي ومستوى تقدمه وطبيعة البناء الذي يضعه العلم أيا كان موضوعه ومنهجه ونتائجه من أجل التقييم.

وإذا كان التمييز بين الفلسفة والعلم شرطا لقيام علاقة بينهما ،فإن ذلك التمايز هو أيضا جوهر هذه العلاقة القائمة على التكامل سواء في المبادئ أو الوظيفة أو النتائج والقوانين، وهذا ما يعبر عنه فيليب فرانك ب الديالكتيك العلمي الفلسفي.

ثانيا:أنواع العلوم:

اختلفت تصنيفات العلوم باختلاف معايير التصنيف القائمة إما على الموضوع، وإما انطلاقا من المنهج أو انطلاقا من دقة القوانين التي تصل إليها هذه العلوم، ولأن طبيعة الموضوع تختلف بطبيعة المنهج، فإن أشهر تصنيف يقوم على معيار طبيعة الموضوع،فنجد بذلك ثلاثة أنواع من العلوم،هي:

-أولا:العلوم الصورية الرياضية التي تأخذ بالمناهج الاستنباطية أو الاستدلالات المنطقية.

-ثانيا:العلوم الطبيعية التي تعتمد المنهج التجريبي في دراساتها:

-ثالثا:العلوم الإنسانية:التي تهتم بدراسة الظواهر الإنسانية، والتي تتميز بتباين مناهجها واختلافها وتكاملها .

ثالثا:أهمية العلاقة بين الفلسفة والعلم:

-تعمل الفلسفة على تنبيه العلماء إلى ضرورة الفحص والتمحيص الدوري المستمر لمفاهيمهم ومقولاتهم بهدف تنقيحها ومراجعتها تفاديا للوقوع في أزمات مفاجئة.

-تهتم فلسفة العلم بالبحث في ماضي العلوم وتاريخها بهدف استثمار دروسها في فهم الواقع والحاضر واستشراف المستقبل،لذا فهي ترتبط أيما ارتباط بتخصص تاريخ العلم.

-تقوم فلسفة العلم على وظيفة العقل العلمي من خلال ما يقوم به من وظائف كالفهم والتفسير والتعليل ومسايرة الفكر العلمي وإبراز مختلف القيم الابستمولوجية الجديدة.

2-العلم والمنهج الاستقرائي والتحولات المعرفية:

تمهيد:

لقد مثل القرن السابع عشر قرن الاستفاقة المنهجية، بل أصبح وضع طريقة للبحث عن الحقيقة ضرورة لابد منها، وذلك من أجل العمل على تجاوز تلك السّجالات العقيمة التي كانت موجودة بين المدرسانيين، بما أنها لم تكن تعبر سوى عن "آلات اخترعوها وأطنب المؤرخون في تمجيدها... وقد استطاع الجمهور الجاهل المأخوذ بها أن يرفعها إلى مرتبة المعجزات"، من هنا يمكن أن نُنزّل العمل الذي قام به ديكارت في محاولة إيجاد منهج شامل للبحث عن الحقيقة، هذا العمل الذي قدمه يمثل أهم تحول ابيستيمي لهذا القرن، وهذا ما جسده في كتابه "حديث الطريقة" الذي كان يشغله منذ الصبا، حيث يقول: "فلن أحجم عن القول بحسن حظي لوجودي منذ الصبا في بعض المسالك التي قادتني نحو اعتبارات وحكم كونت منها طريقة" ومع هذا لقي هذا المنهج الكثير من الانتقادات مما جعل العلماء يبتكرون منهج آخر، وهو المنهج الاستقرائي، فما هي إرهاصات ولادة المنهج في العلم؟ وما هي أهم الانتقادات الموجهة له؟

1- ديكارت، بيكون كمنطلق تأسيسي للمنهج:

رغب ديكارت في استحداث منهج كلي ينطبق على كل العلوم، والذي يستمد روحه من الرياضيات، لكن يتسع مداه حتى يشمل بحثنا على كل الحقائق، بما أن منهج الرياضيات يمثل نموذج النّظام والدقة، لأنها كانت تمثل نموذج العلم الكلي، لكن رغم دقة المشروع الذي أراده ديكارت إلا أن الاختلاف الحاصل بين مبادئ الفلسفة ومبادئ الرياضيات جعل من العسير إقامة منهج واحد بينهما، لأن مسلمات الفلسفة ذاتية

تختص بها الأنساق الفلسفية دون النّظريات العلمية. صحيح أن العلم يفترض أشياء ويسلم بمصادرات ولكن مسلماته ومصادراته تكون موضوعية وصريحة، فالهندسة الإقليدية تفترض المكان في تواصله وتجانسه ولا تناهيه، وليس عليها أن تقيم البرهان على ذلك.

بعد هذا الفشل أراد الفلاسفة الاستفادة من المنهج الذي كانت قد طبقته العلوم التجريبية، من أجل تجاوز الكثير من المشكلات التي ظلت عالقة، فكان المنهج الاستقرائي هو الهدف، وقد بدأت هذه الدعوات مع فرانسيس بيكون F.Bacon، الذي قام بنشر كتاب "الأورغانون الجديد" NovumOrganun، حيث ضمنه منطقه الاستقرائي، والذي أراده أن يكون مقابل أورغانون أرسطو، ويعد هذا الكتاب من الوجهة التاريخية أول محاولة لوضع منطق استقرائي، الذي أراده بيكون أن يحل محل المناهج السابقة في البحث، خاصة المنهج الأرسطي.

إن الفكرة الأساسية التي تستند إليها النزعة الاستقرائية، هي أن العلم يبدأ من ملاحظات وينتقل من خلالها إلى تعميمات (القوانين والنظريات)، وفي ممارستهم للمنهج العلمي يبدأ كبار العلماء بجمع عدد كبير من الملاحظات الدقيقة، ثم يتوصلون بعد ذلك إلى بعض التعميمات من خلال المعطيات الحسية التي لديهم، ومن خلالها يمكنهم التنبؤ بحدوث ظواهر معينة، وقد شرح بيكون منهجه الاستقرائي اعتمادًا على ملاحظاته اليومية لواقعه، فمثلا لكي نصنع النبيذ علينا أولا أن نجني محصول العنب الناضج في موسمه، نجمع عددًا لا يحصى من حبات العنب، ويصنع النبيذ عن طريق عصر ذلك العنب، والعنب هنا يقابل تلك الملاحظات التي تستخرج منها على نحو ما التعميمات العلمية، ثم تصاغ منها في النهاية القوانين والنّظريات التي يغتني بها العلم.

: في فلسفة الرياضيات

تمهيد:

تعتبر الرياضيات من العلوم التي يمكن تسميتها بعلوم المغامرة، لأن نتائجها غير متوقعة وتتغير بمجرد تغير جزئيات بسيطة في قضايا الانطلاق، كما أنها من العلوم الأولى التي انفصلت عن الفلسفة وصنعت لنفسها منهجا خاصًا طبقته على مواضيع دراستها، لذلك ظلت لقرون عديدة نموذج العلم الصحيح الذي يكتسب معيار صدقه من ذاته دون اهتمام بالواقع الذي تعبر عن مضمونه بواسطة أعداد ورموز، أما عن منهجها فقد اعتمدت على الحدس في اكتشاف الحقائق البديهية أو كما كان يسميها ديكارت بالمبادئ الفطرية، حين اعتبرتها منطلقاتها التي لا يمكن أن يتطرق إليها الشك، ثم الانطلاق من خلالها عن طريق الاستنتاج من أجل استخلاص نتائج جديدة، لذلك فالحدس أكسبها خصوبة الاكتشاف والاستنتاج أضفى عليها تماسكًا منطقيًا جعلها لا تقع في تناقض مع المقدمات التي انطلقت منها، وهذا ما جعل العلماء ينبهرون بها ويسعون إلى صياغة قضاياهم وفق النموذج الرياضي[i].

لكن رغم الدقة والصرامة التي عرفت بها الرياضيات إلا أن هذا لم يمنع من وقوعها في أزمات أو لحظات حرجة عبر تاريخ تطورها، هذه الأزمات جعلت من الرياضيين يندهشون أمامها ويعيدون الاعتقاد الذي كان راسخًا في الكثير من المبادئ والمنطلقات كانت قبل ذلك محل ثقة واتفاق، من هنا يمكن أن نتساءل عن طبيعة الرياضيات، وما هي أسسها؟ وما هي أهم الأزمات التي شهدها تاريخها؟

1- الرياضيات بين العلم والمنهج:

صُنفت الرياضيات منذ القدم ضمن العلوم الدقيقة، واكتسبت هذه الصفة لاحتوائها على قضايا ضرورية، ومنهج امتاز باليقين المطلق، لذلك رغبت جميع العلوم من التقرب منها واستعارة لغتها ومنهجها قصد الوصول إلى درجة يقينها[ii]. ومع هذا يصعب إيجاد تعريف دقيق للرياضيات، خاصة بعد تطور مجال بحثها واستعارة الكثير من العلوم منهجيتها، لكن هذا لا يمنع من تحديد بعض معالمها بالرجوع إلى بعض الموسوعات، فوردت في معجم مصطلحات المنطق وفلسفة العلوم على "أنها تلك العلوم التي موضوعها العدد والكم، وتشمل الحساب والجبر والهندسة ونحوها، يكون موضوعها الكم، فإذا كان هذا الكم متصلا كالامتداد سمي العلم الذي يبحث فيه بعلم الهندسة، وإذا كان منفصلا كالعدد سمي العلم الذي يبحث فيه بعلم العدد، وهو يشمل الحساب والجبر، ويطلق اصطلاح الرياضيات الكلية على الطّريقة التي لا تفتقر إلى المادة في تفسير كل ما تتناوله من أمور متصلة بالترتيب والتناسب، وذلك على النّحو الذي وضعه ديكارت في تفسير كل شيء بالامتداد والحركة، وقد سميت طريقته هذه بالرياضيات الكلية، لأنها تجعل العلوم الطبيعية جزء من الرياضيات"[iii].

كانت الرياضيات الكلاسيكية تتميز بـ"التمييز" بين الموضوع والمنهج، لكن اختلف هذا مع التطور الذي عرفته الرياضيات حيث دمج المنهج في الموضوع،[iv] ولم يعد الرياضيون يقيمون أي فرق بين المنهج المتبع وموضوع الدراسة، نظرًا للاندماج الذي حصل بين الحدين، وهذا ما ساهم في إعطاء الرياضيات دفعة قوية في مجال تقدمها، لذلك أصبح تعريفها يربط بالمنهج الذي تتبعه، بقد أصبحت تعرف بـ "العلم الاستنباطي، قضاياه تحليلية، فهي تجلب الحقائق من معاني الألفاظ الرياضية، وبالتأليف بين هذه المعاني البسيطة نصل إلى نظريات مركبة ثم نثبت صحة هذه النّظريات بتحليلها إلى تلك المعاني البسيطة"[v].

2- أصول الرياضيات لدى المصريين والبابليين:

لم تظهر الرياضيات كعلم نظري كما نعرفها اليوم دفعة واحدة، بل سبقتها تلك المحاولات التطبيقية التي كانت مستعملة لدى الحضارات الشرقية القديمة، خاصة منها الحضارة المصرية والحضارة البابلية، فقد كانت الرياضيات التطبيقية من أهم مظاهر التقدم لدى المصريين القدماء، فالتصميم العجيب الذي عرفت بها صروحهم وخاصة الأهرامات كان يتطلب معرفة ودراية كبيرة لمثل هذه المعادلات والتطبيقات، ولما كانت الحياة في مصر تعتمد أساسًا على ارتفاع وانخفاض ماء نهر النيل، مما جعلهم يتقنون فن تسجيل تلك الارتفاعات والانخفاضات، ويحسبانها حسابًا دقيقًا فكان المساحون والكتبة لا ينقطعون عن قياس الأراضي التي محت فيضانات النّيل معالمها[vi].

أما البابليين فقد استعملوا الحساب والهندسة في دراسة حركة الكواكب والنجوم وقياس الزمن، وفي تنظيم الملاحة والفلاحة وشؤون الري، وتوصلوا إلى قياس النسبة بين محيط الدائرة وقطرها قياسًا تقريبيًا، وتوصوا إلى حل معادلات من الدرجة الثانية، بل إن بعض الأبحاث الأحدث عهدًا تشير إلى تقدم كبير في هذا المجال، خصوصًا عندما تبين أنهم كانوا قد توصلوا إلى حل معادلة من الدرجة الثالثة[vii].

هذا يبين بأن الرياضيات اليونانية لم تنطلق من فراغ بل سبقتها محاولات المصريين والبابليين، بل إن أغلب الرياضيين اليونانيين زاروا الحضارات الشرقية وهناك من درسوا في مصر القديمة، لكن ما وصلنا من الممارسات الرياضية على الصعيد النظري قليل جدًا، فلسنا نتوفر إلا على الجزء القليل والمبعثر من هذه النظريات[viii].

3- الرياضيات عند اليونان:

يرتكز تاريخ الرياضيات عند اليونان قبل إقليدس Euclide على القليل من المستندات، وكانت مرتبطة لديهم بالفلسفة الطبيعية، وبنظرتهم العامة إلى الوجود ومكوناته وطريقة سيره، وتبدأ في مرحلة أولى في القرن السادس وتنتهي حوالي منتصف القرن الخامس قبل الميلاد، حيث نهضت الرياضيات في ظل إدارة الفلاسفة الفيثاغوريين والإيليين[ix].

في النصف الثاني من القرن الخامس ومطلع القرن الرابع تكاثرت المدارس التي تشتغل بالعلوم الرياضية، وكانت المراكز الأكثر نشاطًا هي شيو Chios مع إيبوقراط، وسيرين Cyrène، وميغار Mégare، واثينا Athènes، حيث اجتمع عدد من الرياضيين حول بروتاغوراس Protagoras والأخرون حول سقراط Socrate وأصبحت بعد ذلك أثينا هي المركز في الفكر اليوناني[x]، أين كان الفكر عند اليونان متعودًا على التعامل مع المجردات، بما في ذلك الأشكال الهندسية التي اعتبرت هي الأخرى تصورات ذهنية خالصة، وأفرغت من حمولتها التجريبية، مما جعل اليونان ينزهون الرياضيات عن الحاجة الآنية للإنسان، ويعتبرونها من مدارج سمو النفس إلى الكمال، لأن العلوم الرياضية ليست مهمتها خدمة التجار في عمليات البيع والشراء كما يعتقد الجهال في نظر أفلاطون، بل تيسير طريق النفس في انتقالها من دائرة الأشياء الفانية إلى تأمل الحقيقة الثابتة والخالدة[xi].

مثل هذه الاكتشافات والأبحاث التأملية التي كانت توفرها الرياضيات أغرم الرياضيون في العصر اليوناني بجمال هذه الخصائص، فوصفت الرياضيات عندهم بالجمال والكمال والتناسق والإطلاقية، فأضفوا على الأعداد والأشكال طابعًا سحريًا، خاصة المدرسة الفيثاغورية، التي كانت تعتبر بأن كل شيء هو عدد وأن الأعداد هي نماذج للأشياء، من هنا نشأت لديهم خرافة التّحسيب arithmos (آريتموس) التي من مظاهرها إعطاء بعض الأعداد (وخاصة العشرة الأولى) قدرات سرية[xii]، واعتقد أفلاطون كذلك في

القدرة الفائقة للرياضيات، مما جعله ينعت كائناتها بالكمال، فالهندسة تتحدث عن مربعات كاملة ودوائر كاملة... رغم عدم وجود أية أمثلة عليها في العالم، كما إعتقد أن الأمر نفسه يسري على الحساب، إذ إننا ندرس فيه أعداد مكونة من وحدات متساوية على نحو كامل في كل جوانبها، في حين أننا لا نعثر على مثل هذه الوحدات في العالم، لأن الرياضيات منزهة كائناتها المطلقة عن تلك الأشكال الموجودة في الواقع الحسي، بما أن الكائنات الرياضية المطلقة مجالها عالم كامل وهو عالم المثل[xiii].

غير أن تمسك اليونان بصفة الكمال لدى الكائنات الرياضية، قد جعلهم يقتصرون على دراسة الموضوعات التي يمكن إضفاء هذه الصفة عليها، ولذلك أبعدوا عن مجال اهتمامهم الموضوعات الرياضية الأخرى التي يكتنف تصورها بعض التشويش والنّقص، وهكذا اقتصروا في مجال الهندسة مثلا على الأشكال التي يمكن رسمها بواسطة البيكار والمسطرة، فحصروا أبحاثهم على الهندسة المستوية، ولم يهتموا بالهندسة الفراغية على في وقت متأخر. وإذا كانوا قد استعملوا في انشاءاتهم الهندسية القطع المخروطي والاسطواني، وتعرّفوا فعلاً على الأشكال المتخيلة، فإنهم لم يولوها كبير عناية، تجنبا لإقحام أشياء غير واضحة ولا كاملة في الرياضيات[xiv].

لكن أرسطو كانت نظرته إلى الرياضيات أكثر واقعية ونفعية، أين رفع عنها الطابع السحري والكمالي الذي غلفته بهما كل من الفيثاغورية والأفلاطونية، واعتبر أن مواضيع الرياضيات سواء في الهندسة التي تشتغل على المربعات والدوائر أو الحساب الذي يشتغل على الأعداد، إنما هي كائنات محسوسة، بل كل شكل أو عدد استمده العقل من تعامله مع الواقع[xv]، لقد اكتست الرياضيات مع أرسطو ولإقليدس طابعا منطقيًا، وأصبحت كل القضايا الرياضية يمكن البرهنة عليها برهنة منطقية، إما بالبرهان المباشر أو البرهان بالخلف، منطلقهم في ذلك عدد قليل من المبادئ، وقد بلغت هذه الطريقة البرهانية قمتها عند إقليدس في كتابه الأصول Les éléments[xvi]، وبذلك وصلت الرياضيات اليونانية قمة الإبداع مع النسق الذي وضعه لها إقليدس. فما هي مبادئ رياضيات إقليدس؟ وكيف استطاعت أن تسيطر على الفكر الرياضي لعدة قرون؟

4- الهندسة الإقليدية:

لقد ظلت الهندسة منذ إقليدس Euclide مسيطرة على أسس وأصول الرياضيات قرابة ألفي عام، وهي التي كانت تعتبر القاعدة الثابتة للعقلانية الفلسفية، خاصة العقل الكانطي فيالعصر بالحديث[xvii]، فقد ارتبطت هذه الهندسة بإقليدس، الذي يعد أول من قام بدراسةٍ نسقية للرياضيات، حين ميز حوالي عام 300ق.م بين ثلاثة مبادئ في الرِّياضيات، إعتبرها منطلق كل فكر رياضي لا يريد الوقوع في التناقض، وهذه الأسس هي:

أولا: **البديهيات** (Les axiomes): وهي قضايا واضحة بذاتها لا تحتاج إلى برهان، لأن البرهان يقوم عليها، أو كما أبدع "ديكارت" في تعريفها " البديهية كالشمعة، تضيء نفسها وتضيء غيرها، ولا تحتاج إلى شيءٍ يضيئها"، ومن البديهيات التي وضعها إقليدس : الكل أكبر من الجزء، الكميتان المساويتان لكمية ثالثة متساويتان ....

ثانيًا: المصادرات (Les postulats): وهي قضايا أقل وضوحًا من البديهيات، نسلم بها مع الرِّياضي لإقامة البرهان، ومن بين هذه المصادرات: أن السطح مستوٍ، وأن مجموع زوايا المثلث يساوي 180 درجة...

ثالثًا: التعريفات (Les difinitions): وفيها يبين الرياضي أو يشرح مفاهيم الكائنات الرّياضية، ومن أمثلتها: النّقطة هي ما ليس له بعد، والمثلث هو شكل هندسي يتألف من ثلاثة مستقيمات متقاطعة مثنى مثنى...، ومن خلال هذه المبادئ قام إقليدس باستنباط 465 قضية، وبذلك تمكن من بناء ما يسمى بالنسق الاستنباطي (Système déductif)، وهو أول نسق متكامل في الرّياضيات وضعه إقليدس اعتمادًا على مفاهيم مجردة لخلق إطارٍ منطقي للهندسة[xviii].

الرياضيات المعاصرة وأزمة الأسس

تمهيد:

لقد عكس تعدد الأنساق في الرياضيات تلك الخصوبة التي يتميز بها هذا الفكر، وجعلت الرياضيات تنتقل من الوحدة إلى التعدد، وكلها صادقة وكلها مشروعة، رغم تناقضها في الكثير من المبادئ التي تنطلق منها، مما جعل هذه المبادئ تخلع طابع اليقين المطلق وتوصف بالنسبية، ومن الاعتماد على الواقع إلى التحليق في الصورية، ومن هنا نتساءل عن كيف استطاعت الرياضيات المعاصرة تحقيق هذه الأشياء؟ وما طبيعة الأزمة التي وقعت فيها؟

1- منطلق أزمة الأسس:

مع التقدم الكبير الذي شهدته الرِّياضيات في القرن 18م، أدى إلى وقوع أزمة في مبادئها، وهذا بفضل "لعبة جدلية"jeu dialectique كما يدعوها فرانسوا غيري أو نوع من البرهان بالخلف، الذي لم يستطع التوصل إلى اكتشاف التناقض المنطقي المرتقب منه[xix]، والمصادرة التي أثارت هذه اللعبة الجدلية- التي طالما افتقدتها الرياضيات- هي تلك المتعلقة بالمتوازيات، فقد كانت هذه المصادرة أقل وضوحًا من مثيلاتها، ومؤداها و بأسلوب بسيط، أنه لو أخذنا نقطة خارج مستقيم ما، فإنه لا يمكن رسم إلاَّ موازٍ واحد لذلك المستقيم، وهي مصادرة يمكن التأكد من صدقها نظريًا، أمَّا أن يتلاقى الخطّان، فهذا أمر مستحيل، على الأقل في مستواها التطبيقي.

ولهذا جهد علماء الرِّياضيات أنفسهم، للبرهنة عليها، إلى غاية 1820م حين حاول عالمان اللّجوء إلى طريقة البرهان غير المباشر، وهي حيلة بارعة يمكن الإفادة منها في مختلف ضروب التفكير، بأن نفترض عكس ما نحاول البرهان على صحته، ثم نبين أن ذلك يؤدي إلى التناقض، فنكون بذلك قد دلَّلنا على صحة ما نحاول البرهان على صحته[xx].

لكن هذه الطريقة كانت لتبقى ما يزيد عن ألفي سنة، لتعرف طريقها إلى التجسيد، على يد رجلين فذَّين، طالما انتظرتهما الهندسة، وهما العالم المجري جون بولياي J.Bolyai[xxi] ، والعالم الروسي ن.أ. لوباتشفكي N.L.Lobatchevski[xxii] ، اللَّذان سلخا أعوامًا عديدة في محاولةٍ للعثور على برهان لتلك المصادرة، والتي وصفت بالغموض، رغم المحاولات الفاشلة التي سبقتهم " والتي أرادت أن تكشف موقع الاضطراب في النسق الإقليدي، ولكن الفكر الرئيسي بقي هو هو"(A partir d'Euclide et pendant deux mille ans , la géométrie reçoit sans doute des adjonctions nombreuses mais la pensée fondamentale reste la même)[xxiii] ، فلجآ كما قلنا إلى طريقة البرهان بالخلف، بانطلاقهما من مصادرة مفادها أنه من نقطة خارج مستقيم يمكن رسم عدد غير منتهي من المستقيمات الموازية، وإذْ هُما يُخفقان في البرهنة عليها، لأنهما توصلا إلى نتائج صحيحة أذهلت

الرّياضيين، فقد توصلا إلى اكتشافٍ مدهش، أبدعا من خلاله نوع جديد من الهندسة، لا يقل أصالة عن هندسة إقليدس.

وبذلك استطاع لوباتشفسكي أن يغير جميع البديهيات الإقليدية، مستنبطًا من تلك الفرضيات أو المصادرات الجديدة سلسلة من المبرهنات، يستحيل العثور على أي تناقض بينها، ليبني هندسة لا يقل منطقها المثالي في شيء عن منطق هندسة إقليدس.

من الطبيعي أن تكون تلك المبرهنات مختلفة اختلافًا كبيرًا عن تلك التي ألفناها، وهي -إجمالاً- تحمل الحيرة في أول الأمر، ولكن سرعان ما نألفها عندما نجردها من حمولتها الحسية.

وهكذا أصبحت لدينا مصادرات جديدة، تقدّم لنا بناءات جديدة، ومن بين هذه المصادرات التي وضعها لوباتشفسكي: أن مجموع زوايا المثلث أصغر دائمًا من زاويتين قائمتين، ويتناسب الفرق بين ذلك المجموع، وزاويتين قائمتين مع مساحة المثلث، وإذا قسَّمنا محيط دائرة إلى أجزاء متساوية عددها nورسمنا مماسات من نقاط التقسيم، شكلت تلك المماسات وعددها n مضلعًا، إذا كان شعاع الدائرة على درجةٍ كافية من الصغر، أمَّا إذا كان ذلك الشعاع كبيرًا نوعًا ما، فإن المماسات لا تلتقي...[xxiv] وبذلك أضيفت حلقة جديدة في الفكر الرِّياضي، والذي يرجع الفضل في إيجادها إلى الجدل.

وتلك أمثلة غيرتها هندسة لوباتشفسكي، حيث أصبحت لا قرابة لها البتة مع الواقع الذي استند إليه إقليدس في وضع هندسته، غير أن هذه الهندسة الجديدة لا تقل عنها تماسكًا.

وقد وجدت أفكار لوباتشفسكي، امتدادًا بعد عشرين سنة لدى عالمين ألمانيين، وهما ك.ف. جاوس G.F.Gauss[xxv] ، و ج.ف.ب.ريمان G.F.B.Reiman[xxvi] ،اللَّذان برهنا وبالطريقة نفسها- أي بطريقة البرهان بالخلف أو غير المباشر- على وجود نوعٍ ثالث من الهندسات، بانطلاقهما من مصادرة أخرى وملخصها، أنه من نقطة خارج مستقيم لا يمكن رسم أي موازٍ لهذا المستقيم، ليصلا بدورهما إلى نتائج صحيحة، خالفت توقعهما، وذلك بإبداعهما لنوعٍ ثالث من الهندسات، أثبتت حضورها المنطقي أمام الهندسات السابقة.

وقد كانت لهذه الهندسة مصادراتها الخاصة، أهمها أن المكان كروي الشكل، كالكرة الأرضية المجسمة التي يستعملها الجغرافيون لتحديد الأمكنة، أما المستقيمات، فهي عبارة عن خطوط طول أو خطوط عرض، لأن المستقيم عبارة عن دائرة كبرى على هذا السطح المحدب، فلا يمكن بذلك رسم أي موازٍ لهذا المستقيم من نقطةٍ خارجة عنه، كما أن المثلث المرسوم على سطحٍ بهذا الشكل، ستكون زواياه أكبر من 180 درجة[xxvii]، وإذا سلمنا مع "ريمان" بهذه المصادرات، فإنه لا يمكننا أن نقع في تناقض منطقي.

وبهذا يبدو واضحًا، أنه أصبح لدى الرِّياضيين ثلاثة هندسات متساوية في درجة السّلامة المنطقية، والتساؤل حسب بوانكاريه H.Poincaré، عن أي الهندسات أكثر صحة، تساؤل لا معنى له أصلاً، فكأنما نحن نتساءل، عمَّا إذا كان النِّظام المتري صحيحًا والقياسات القديمة خاطئة، أو عمَّا إذا كانت الإحداثيات الديكارتية صحيحة، و الإحداثيات القطبية خاطئة، فهندسة ما لا تكون أصح من هندسة أخرى، بل كل ما في الأمر هو أنها أكثر ملائمة من سواها[xxviii].

2- الهندسات المعاصرة ومفهوم المواءمة:

يميل الكثير من دارسي الفكر الرياضي ومن بينهم بوانكاريه إلى اعتبار الهندسة الإقليدية أنسب الهندسات لأنها أيسرها، وعند حدوث خصومة بينها وبين النظرية الفيزيائية، يجب العمل على تبديل النظرية الفيزيائية عوضًا عن تبديل الهندسة الأولية أي الإقليدية، ولم يكن يبدو لـ "باشلار"أنَّ هذه الفكرة صائبة " وبهذا نفهم الإهمال التام لرأي "بوانكاريه"، المتصل باليسر الأقصى، الذي تتمتع به الهندسة الإقليدية، فهذا الرأي يبدو لنا أكثر من خطأ جزئي، حتى أننا إذا أمعنا النَّظر، ألفيناه أكثر من نصيحة تنصح بالتأني والحيطة في التنبؤ بمصير العقل الإنساني، وعندما نُقوِّم اعوجاج هذا الرأي، ننتهي إلى قلب القيم قلبًا حقيقيًا في المجال العقلي"[xxix]، فالتقدم الكبير الذي عرفته الفيزياء خاصة مع مطلع القرن الماضي، كشف عن قصور الهندسة الإقليدية في احتواء الكثير من النظريات الجديدة.

وما يهمنا من خلال هذا التطور الذي عرفته الهندسة، هو التّساؤل عن الدَّور الذي لعبه الجدل في تطويرها، لأن الهندسة عند "باشلار"تعتبر من أعظم ضروب الفكر العلمي تقبلاً للجدل والتركيب[xxx]، فهي تجمع بين النّظرية والتّطبيق.

فما حقيقة هذه التحولات التي حملها الفكر الجدلي داخل النّظرية الهندسية؟ وما هي أهم النتائج التي أفرزتها هذه التحولات؟

وقد طرح "باشلار"معنا نفس هذا التساؤل، من خلال تتبعه لتطور الفكر الهندسي، حيث يرى بأنَّ الفكر الرِّياضي، ينطلق بظهور أفكار التحول والتقابل والتطبيق المتنوع، ولكن ألا تبلغ زيادة الشمول حدّها الأقصى بممارسة الجدل، إذ يؤلف التحوّل بين الأشكال المتنافرة غاية التنافر؟[xxxi]، فعلى ضوء هذا التحول الذي عرفته الهندسة، يمكن أن نفسر السِّمة الجدلية المهيمنة على تطورها.

يشدد باشلار على ضرورة المقارنة بين أبنية الهندسات الثلاثة، ليبرز لنا العمل الجدلي الذي كشفت عنه هذه الهندسات، سواء داخل النظرية، أو ضمن تشكل المفاهيم الرِّياضية "فمن الطبيعي أن تبدو المشكلات المتصلة بتصميم المفاهيم الرَّياضية، على صورة مغايرة كل المغايرة عندما يحيا المرء الجدل الهندسي الأساسي"[xxxii]، فالرِّياضي يعيش هذا الجدل عندما تعجز مفاهيمه السابقة عن استيعاب ما هو حاصل من تغيرات.

ومن بين المفاهيم التي غيرتها الهندسة اللاَّإقليدية، مفهوم المكان الذي كانت تأخذ به الهندسة الإقليدية، فقد كان يبدو حينئذٍ أنه لا يمكن تقديم تصور آخر للمكان، حيث لا يُقبل أكثر من موازٍ واحد لخط مستقيم يمر على نقطة محددة خارجه، لكن قيام الهندسات اللاَّإقليدية، بيَّن إمكانية قيام تصورات أخرى للمكان، يمكن ألاَّ يقبل بوجود فكرة التوازي، أو يمكن على العكس من ذلك، أن يقبل عددًا من الخطوط الموازية لخطٍ مستقيم لا نهاية له، فقد أصبح "المكان الهندسي" – ويَنسب بوانكاري لنفسه هذه التسمية- مختلفًا تمامًا عن سابقيه، فبعدما كان يوصف بالاتصال، اللاَّتناهي، وأنَّ له ثلاثة أبعاد، كما أنه متجانس[xxxiii]، أصبحت هذه المفاهيم مفقودة كخصائص للمكان الهندسي المعاصر.ولو أننا سنتكلم عن تجديل مفهوم المكان في الفصل الثالث.

دعونا الآن نركز جهودنا على أهم المتغيرات التي جاءت بها الهندسة اللاَّإقليدية، فقد تتبع "باشلار"تمشي مفهوم الجدل ضمن النَّظرية الرِّياضية، فهو يعتبره الفاعل في أي عملية تغيير و إبداع، لأن ممارسة النَّظرية الرِّياضية تستند إلى تركيب المفاهيم المتناقضة، وهذا لا يمكن بلوغه إلاَّ إذا تمتع الرِّياضي بحس جدلي يوجه استدلالاته، بل يجب عليه أن يطلب ما هو مشترك بين الهندسات المتناقضة، وعليه أن يدرس تقابل هذه الهندسات، وهذه الدراسة تمكّنه من الوقوف على تحولات الفكر الرِّياضي في جدليته.

فكل هندسةٍ أنشأت ضمن أطرٍ جدلية، وتلك الأبعاد لا تبرز إلاَّ بإجلاء المسلمات الثابتة التي جعلت النسق الرِّياضي يتحجر على ذاته، ويرتبط بما ترسمُه له التجربة، ولذا كان لابد من التجريد لإنجاح عملية الجدل، وتلك هي خصائص العقل الهندسي اليوم، فلا تهمنا طبيعة ومحتوى مسلمات أي هندسة، بل تكمن أهميتها في الطبيعة الحوارية التي تتميز بها، وذلك بإبقاء الرِّياضيين على صفة المرونة داخلها، لتتغير كلما اقتضت الحاجة.

كما أنَّ هذا الموقف الذي أفرزته الهندسات الجديدة، إزاء مبادئ الرِّياضيات، يشكل تحولاً جذريًا في الآفاق الرِّياضية كلها، ذلك لأنه إذا كان الدور الذي تلعبه القضايا الأولية التي يقوم عليها البرهان الرِّياضي هو وحده المهم، لا طبيعة هذه القضايا نفسها فسيصبح من الممكن تنويع النّظريات الرِّياضية بتنويع اختيارنا للمبادئ التي نعتمد عليها في بناء استدلالاتنا، وهذا فيه فتحٌ لآفاقٍ جديدة أمام الفكر الرِّياضي، يجعلها لا تغفل عن تَجْديل مبادئها، والبحث عمَّا يضمن لها استمرارها، فالنسق الواحد بالمعنى المعاصر، ليس أبدي التشييد، أو نهائي البنيان، بل إنَّه يمكن تغيير أصل من الأصول الموضوعة في نسقٍ ما وباستمرار، حينما تقتضي الحاجة، وحينئذٍ يتغير بناء النسق كله، لأن القضايا المشتقة لا بدّ وأن تتغير تغيرًا مصاحبًا لهذا التغير الذي أصاب مجموعة الأصول الموضوعة أو واحدًا منها، كما لا بدّ وأن يتغير البناء النسقي كله إذا تغير حد من الحدود الأولية[xxxiv]، فلا يمكن النّزول عند أي إحداثيات ثابتة، تحددها أي هندسة، بل يجب البحث عمَّا يبررها داخل الهيكلة الجدلية التي أنشأتها.

والتطور الذي عرفته الرِّياضيات كان متوقعًا، بل لازم الحدوث، لأن طريق الجدل يُنبئ بذلك، فاكتشاف الهندسة اللاَّإقليدية سنة 1830م كان أمرًا محتومًا(La découverte de la géométrie non euclidienne 1830, était inévitable)[xxxv] ، فهي ضرب من مصير الجدل في المعرفة الإنسانية وفي مجال الهندسة بالتحديد.

فبإمكاننا القول بأنَّ الرِّياضيات تشهد هذه الجدلية باستمرار، وهي التي تدفع بها إلى اكتشافاتٍ جديدة، إذ أنَّ مباشرة الرِّياضيات لعملٍ تنتظم فيه الاستدلالات في سلسلة متواصلة الحلقات لا مجال فيه للثبات، بل هناك توقعات وقفزات في كل حين، وهناك مراجعة وإعادة نظر، لتنتهي إلى نتائج يسوقها إليها الجدل، فتصبح هذه النتائج بدورها منطلقات لحركةٍ جدلية جديدة وهكذا، حتى يحدونا اعتقادٌ بأننا سوف لا ننتهي من خلال هذه الاستدلالات إلى نتائج محددة، فالرِّياضي يتعامل مع "كائنات" مستقلة بوجودها لا سلطان له عليها، بل إنَّ قُصارى ما يستطيعه إزائها هو تتبع استدلالاتها، وتأمل طريقة تطورها الجدلي، لأنَّ صفة الواقعية قد ارتفعت عنها، والتعدد الذي عرفته الرِّياضيات أسهم بشكلٍ كبير في سلخ صفة المشخص عن كل نظرياتها[xxxvi] مما جعل الرَّياضيين يؤكدون على أهمية النسق الذي أصبح فيه التمييز بين مبادئ البرهان من " بديهيات" و " مسلمات" أمرًا ثانويًا، لأنها تؤخذ جميعها كفروض، أو منطلقات افتراضية، دون سابق تأكيد لصدقها أو اهتمام بالبرهنة عليها لأنها مجرد مواضعات.

3- عدم التناقض كضامن للنسق:

بخصوص إمكانية تناقض الأوليات، فإنَّ المسألة أكثر صعوبة، رغم أنها واردة الحدوث، ولتجنّب هذا يتخذ الرّياضيون معيارًا لعدم التناقض، وهي طريقة مستوحاة من الطريقة التي تستعمل للتأكد من استقلال الأوليات، وتتلخص في البرهنة على نظرية ما وعلى عكسها داخل بناء أكسيومي (Axiomatique)[xxxvii] معين، فإنَّ لم نقع في التناقض، جاز لنا الاعتماد عليها، والتخلص هنا من التناقض ليس معناه التخلص من الجدل بما أن هذا الأخير، هو لب العملية الجدلية ، فهذا سوء تقدير لأن الجدل يكمن في الروح الرّياضية في حدّ ذاتها، وهو المحرك الأساسي لكل اكتشاف، وما الهندسات اللاَّإقليدية إلاَّ نتيجة من نتائجه.

أما عدم التناقض بين المبادئ التي ينطلق منها الرّياضي، فهو الذي يسمح له بتشييد أكسيوماتيك متكامل، ينتقل من خلاله من مقدمات معلومة إلى نتائج مجهولة دون أن يؤدي به ذلك إلى الوقوع في التناقض، ومن هذا لا يمكن للهندسات الثلاثة أن تتناقض فيما بينها، فالتناقض الهندسي يجب تجاوزه، ويخضع التجسيد للخيال، إن التجسيد يصبح مجموعة من وسائل التعبير ننقل من خلالها صورنا إلى الآخرين[xxxviii]، فلم يبقى بأي حال من الأحوال، بعد إثبات التقابل الموجود بين هذه الهندسات، القول بأنَّ هناك خوف من تناقض منظومة "الوباتشفسكي" أو منظومة "إقليدس" على حدٍ سواء، ما دام للتناقض الهندسي مهما اختلف مصدره صدى في الشكل الجبري، ومن ثمة في سائر الهندسات المتقابلة[xxxix]، فالعلاقة التي تقوم بين الهندسات هي تكاملية، وانتفاء اليقين على هندسة محددة لا يعني خطئها، بل فقط عدم ملائمتها، ولهذا يجب العمل على توسيع الفكر الهندسي، في إطار ما يسمى بجدل التكامل.

تمهيد:

تعد النهضة العلمية في أوربا معلمًا لتحديد تاريخ انطلاقة العلم التجريبي المبني على أسس استقرائية، لأن الفكر العلمي في القرون الوسطى كان يخضع للمفاهيم الأرسطية والتصورات اللاهوتية المسيحية، فكان القرن السابع عشر قرن إعلان ولادة العلم الحديث، وكانت الانطلاقة مع كتاب "الأورغانون الجديد" لـ فرانسيس بيكون F.Bacon(1561-1626) الذي هدف من وراءه إلى إصلاح أساليب التفكير وطرق البحث، لقد انتقد الفلاسفة السابقين من عقلانيين وتجريبيين، فالأولون كانوا كالعنكبوت الذي يبني بيته من داخله والآخرون كانوا كالنمل يجمع من الخارج زاده، في حين أن الفيلسوف الحق هو الذي يشبه في عمله النّحلة التي تجمع الرحيق من الأزهار لتصنع منه عسلا مصفى، وفي نفس العصر كان يعيش في إيطاليا عالم فذ، سعى إلى إحداث ثورة في الفكر العلمي القديم، خاصة من الجانب العملي، إنه غاليلي Galilée(1564-1642)، لقد أسس هذا العالم دعائم المنهج التجريبي، لأن نظرته إلى الكون كانت نظرة مادية، فالعالم مادة وحركة، والحركة خاضعة لقانون العطالة، وبذلك يكون غاليلي أول من اهتم بعلم الديناميكا، وتوالت بعدها الاكتشافات العلمية مع تورشيلي وباسكال وديكارت... ليتوجها نيوتن بضبطه لقوانين الفيزياء الكلاسيكية.

والواقع أن هذه الاكتشافات رغم أهميتها إلا أن المنهج المتبع في اكتشافها هو الذي يكتسي أهمية أكبر، فقد طور هؤلاء منهج البحث العلمي الذي كان يقوم على الاستقراء، الذي يضم الخطوات التالية: الملاحظة، الفرضية، التجربة، القانون.

لكن تطور العلم المعاصر خلق مشكلات جديدة سواء على مستوى المنهج، المتمثل في الاستقراء أو على مستوى النتائج التي تغير الكثير منها مع النّظريات المعاصرة، وما يهمنا هنا كدارسين لفلسفة العلوم ليس القوانين والنظريات في حد ذاتها، وإنما انعكاس هذه الاكتشافات على الفكر العلمي والفكر الفلسفي الذي كان سائدًا.

1- الفيزياء المعاصرة وتغير المفاهيم:

لقد كان للتطور الكبير الذي شهدته الفيزياء في القرن الماضي، انعكاسًا مربكًا على الفلسفة التقليدية، حين انهارت معه معظم المفاهيم النيوتونية، هذه الفيزياء التي كان يُظن بأنها أبدية، وتمثل الصدق المطلق، وأنها لم تترك من الكون جانبًا إلاَّ وفسرته داخل أطرها، خاصة في القرن السابع عشر، الذي كان يعد قرن توسيع وشمولية التفسير الميكانيكي للكون، لينطبق على الإنسان نفسه، وعلى سائر- الآلات- الحية، ما عدا القليل النَّادر من الظواهر، التي اعتقد الناس، أنها ستفسره بحلول عام 1900م[xi].

ترتكز الفيزياء التقليدية أو النيوتونية على عدة منطلقات، أولها فكرتا الزمان والمكان المطلقين، فهما الخلفية الواسعة والشاملة، التي يتحرك كل شيء فيها و بالنسبة إليها، فالمكان يوجد كله مرةً واحدة في ثبات وانتظام لانهائي، لا يختلف من مراقب إلى آخر مهما اختلفت أحوالهم من حيث الحركة والسكون، فإذا قاس أحدنا مسافةً معينة ووجد فيها عشرة أمتار مثلاً، فإنه يبقى متأكدًا من أن أي شخصٍ آخر مهما كان، إذا قاس نفس المسافة بنفس القياس فإنه سيجد فيها عشرة أمتارٍ أيضًا، وكذلك الشأن بالنسبة إلى المفاهيم والأشكال الهندسية، فنحن نعتبرُ المكان مستويًا، ونقول عن الخطين المتوازيين أنهما لا يلتقيان أبدًا، وأن زوايا المثلث 180 درجة...إلى غير ذلك من الحقائق التي تذكرنا بهندسة "إقليدس"، وهذا ما يجعلنا نقول بموائمة الهندسة الإقليدية للفيزياء النيوتونية.

أمـا الزَّمـان فهـو كيـان متـدفق فـي تسـاوٍ مـن الأزل إلـى الأبـد، ومـن هنـا كـان التـآني أو التـزامن (Simultanéité) يعني حدوث حادثتين أو أكثر في لحظةٍ واحدة بالنَّسبة لأي مراقبين يتوفران على آلتين لضبط الوقت تسيران على وتيرة واحدة، أما المسافة التي تفصل بينهما، أو حركة أحدهما وسكون الآخر، أو تحركهما معًا تحركًا مختلف السرعة أو الاتجاه، فتلك كلها أمور لا تغير شيئًا في ظاهرة التآني كحقيقة واقعية.

والأشياء جميعًا بحسب طبيعتها، تتحرك في داخل الزّمان والمكان، ويمكن أن نميز بين نوعين من حركة الأجسام، حركة مطلقة وحركة نسبية، فالحركة المطلقة هي انتقال الجسم من النقطة "أ" إلى النقطة "ب" في المكان المطلق، أمَّا الحركة النسبية فهي تغيُّر في بعد جسم ما عن جسم محسوس آخر، والسكون هو استمرار جسمٍ ما محافظًا على نفس مسافة بعده على الأجسام الأخرى.

هذه أهم المفاهيم التي تحركت في إطارها فيزياء نيوتن، وقد بنيت عليها جميع القوانين التي تحكم حركة الأشياء، ومن بين أهم هذه القوانين:

- يظل كل جسمٍ في حالةٍ من السكون أو من الحركة المطَّردة في خطٍ مستقيم ما لم تدفعه قوة إلى تغيير حالته.
- يتناسب تغير الحركة مع القوة المتحركة الدَّافعة، ويتعين في اتجاه الخط المستقيم الذي اندفعت فيه هذه القوة.
- يكون رد الفعل دائمًا مساويًا ومضادًا للفعل.

وبهذه القوانين اندفع الفيزيائيون ليحددوا كتل الأجسام ومواضعها وسرعاتها...مدعومين بالهندسة الإقليدية، التي قدمت السند لترسانة القوانين المكونة للفيزياء الكلاسيكية.

ولكن سرعان ما واجهت هذه الفيزياء، في منتصف القرن الماضي، ظواهر لم تكن لتجد السبيل لإخضاعها للمنهج السّالف الذِّكر، وكان ذلك إيذانًا بميلاد أزمة حادة في الفيزياء التّقليدية. أزمة منهجية في جوهرها، عصفت بكل المبادئ – تقريبا- التي وضعها "نيوتن"، وكانت هذه الأزمة نتيجةً لصدامٍ بين هذه الفيزياء وبين ظواهر جديدة في عالم التجربة الخارجية، وهذا لا يعني عدم جدواها، إنَّما يعني فقدانها لتلك الشمولية التي كانت تتصف بها، فقد كانت تعتبر القوانين التي وضعتها، قادرة على أن تفسر كل ظواهر الكون، وبإمكانها أن تستوعب كل وافد، لكنها أخطأت في تقديراتها.

أمّا السبب الذي جعل هذه الفيزياء تؤول إلى ما آلت إليه، فهو راجع لافتقادها لأهم آلية تمكِّنها من الثبات، أمام مختلف التَّغيرات، ألا وهي آلية الجدل، فقد دخلت الفيزياء المعاصرة في علاقة جدلية مع الفيزياء الحديثة، حين جاءت لتضيف فهمًا جديدًا للظواهر، وتعمل على تنمية المفاهيم القديمة وتكملتها، في إطار جدل التكامل دومًا.

فقد جاءت هذه الاكتشافات الخطيرة والمتوالية للقرن العشرين، من قبل علماء شباب جدًا، كما وصفهم "باشلار" " فقد ولد هايزنبرغ (W.Heizenberg)* ومنافسه جوردن (C.Jordan)** في مستهل هذا القرن، وفي انجلترا خلق عبقري فذ، هو ديراك (P.A.M.Dirac)***، والذي توصل إلى اكتشاف ما يسمى انتقال الكهرب، وكان لمَّا يبلغ الخامسة والعشرين من العمر، وإذا تذكرنا أن بوهر(N.Bohr)**** كان فتيًا جدًا عندما اقترح سنة 1913م أنموذجه في الجوهر الفرد، وأن أنشتاين (A.Einstein)*****

اكتشف في الخامسة والعشرين من عمره النسبية الضيقة...لقد أصبح في وسعنا عندئذٍ، الاعتقاد بأن القرن العشرين، قد رأى وثبة الدِّماغ، أو وثبة العقل الإنساني"، فهذه الوثبة شككت في مبادئ الفيزياء الكلاسيكية، وتحول ذلك الاطمئنان الوثوقي، إلى مجرد رواية قد تكون رائعة في كثير من فصولها، والحقيقة أن الخطر ليس في أن نيوتن أخطأ، إذ العلم يتقدم بأخطائه - كما أكد "باشلار" - وإنما الخطر أن أخطاء نيوتن تحولت عند الفيزيائيين إلى حقائق مطلقة، لا يمكن الشك فيها ولا العمل على تجديلها.

لقد انتزعت بهذه الاكتشافات من طرف هؤلاء الشباب، الثقة من فيزياء "نيوتن"، وتبدد اليقين مرةً واحدة، ولم يعد ثمة صدق في أمرٍ من الأمور، وهذا ناتج عن اضمحلال القديم، وحلول الجديد، عن طريق تعقيبات جدلية، وتفسير هذه التعقيبات يتطلب منَّا وصف آليات التدخل الجدلي في الفيزياء، وذلك في اتجاه تحديد رهان ذلك التدخل.

فما هو رهان هذا التدخل الجدلي في الممارسة العلمية، وبالتحديد في النظرية الفيزيائية؟ وأي أداةٍ يمكن أن يعتمل من خلالها هذا الجدل؟

غير أن تحديد هذا الرّهان قد لا يتيسر لنا ما لم نقف على الموقع الذي يمارس فيه هذا الجدل، ومن داخل النَّظرية في حدِّ ذاتها، ولذلك رمنا من خلال هذا الطرح تحديد أهم النَّظريات التي عرفتها الفيزياء المعاصرة، لنعيش عن كثب مع الفيزيائيين تلك اللحظات الجدلية التي تجعلهم يرغبون في معرفة المزيد كل يوم، ويؤجلون المجهول إلى الغد "فيخرج العالم من ذلك ببرنامج، وينهي نهاره بالعبارة التي يكررها كل يوم: <غدًا سأعرف>". ومن هذه النَّظريات التي طالها الجدل:

أولا: نظريات طبيعة الضوء:

لقد اعتبر "نيوتن" أن الضوء ذو طبيعة مادية، فهو يتألف من جزيئات صغيرة تنبعث بسرعةٍ هائلة من المصدر الضوئي، وتخضع في سيرها إلى قانون الحركة، ولذلك فهي تسير في خطوط مستقيمة عبر الفضاء، أو ما يسميه "نيوتن" بالأثير، وعندما يصادفها حاجز فإنها تحيد عن مسارها، كوضعنا ورقة أمام حزمة من الأشعة الضوئية، فإن ظِل هذا الحاجز يرتسم على الجدار المقابل، وهذا في نظر الفيزياء الجسيمية دليل على أن الضوء ينتشر على شكل خطوط مستقيمة، فالظِّل معناه أن قسمًا من الأشعة قد منعه الحاجز من مواصلة طريقه نحو الجدار، مما تسبب في ظهور الظلام عليه، ويكون هذا الظلام محاكيًا للجسم الذي منع الضوء من المرور.

وفي نفس الوقت كانت نظرية أخرى، في تفسير طبيعة الضوء، تلوح في الأفق، والتي ابتدعها هويجنز(C.Huyghens)* رغم أنها لم تصادف في بداياتها نجاحًا كبيرًا، وتقوم هذه النَّظرية على اعتبار الضوء ذو طبيعة موجية، أي انتقاله في الفضاء يشبه إلى حدٍ بعيد انتقال الصوت، وتتأكد هذه النَّظرية من خلال تجربة التداخل (Interférence)، التي يوضع فيها شعاعان ضوئيان، كلٌ فوق الآخر، فيمحو أحدهما الآخر، وهي نتيجة تعجز النَّظرية الجسيمية عن تفسيرها، ذلك لأن الجزيئين اللَّذين يتحركان في نفس الاتجاه لا يمكن أن ينتجا إلاَّ تأثيرًا أقوى، أي يزيدا من كثافة الضوء المسلط على تلك النقطة.

أمَّا النَّظرية الموجية فترى بأن الموجتان اللَّتان تتحركان في اتجاهٍ واحد، تلغي أحدهما الأخرى، لتنتج بقعة مظلمة. وبذلك وصلت كل نظرية إلى طريقٍ مسدود، فإذا سلمنا بجسيمية الضوء، عجزنا عن فهم ظاهرة التداخل، وإذا سلمنا بأنه عبارة عن أمواج، لم تكن لدينا الإمكانية في فهم انتقاله عبر الفضاء، لأن الأثير يحتاج إلى شيء مادي لينقله.

وبعد التقدم الذي عرفته وسائل الدراسة، أدى هذا إلى استحداث آليات جديدة في دراسة الضوء، وكان ذلك مع "ماكسويل" (G.Maxwell)*، الذي ربط في دراسته بين نظرية الموجات الضوئية و النَّظرية الكهربائية، ثم توضحت هذه التجارب أكثر مع "هارتز"(G.Hertz)** ، حين بيَّن وجود موجات كهربائية أثناء انتقال الضوء، وأصبحت النَّظرية التموجية في الضوء أقرب إلى التصديق من النَّظرية الجسيمية، لأن التجربة دائمًا كانت سلبية عندما أراد العلماء دراسة اصطدام ضوئيتين، فقد عجزوا عن فهم السبب الذي يمنع كل اصطدام في نقطة تقاطع الشعاعين، وهذا يؤكد أنه ليس هناك أي ضوئيات مقذوفة من مصدر الضوء، ففي هذه النقطة بالذّات لا يستطيع الباحثون إظهار تركيب ميكانيكي –جسيمي- للضوء، في حين أنهم يكتشفون بيسر عظيم أحوال التداخل، وأن الضوء له تركيب موجي.

ومن هذا تبين للفيزيائيين أن الضوء عبارة عن موجات لاعن جسيمات، هذا ما ثبت لحد الآن في ميدان علم الضوء نفسه، ومع ذلك بقيت هذه النَّظرية تعاني صعوبة لازمتها منذ البداية، وذلك لأنها لم تستطع الاستغناء عن تلك الفرضية المزعجة، التي وضعها نيوتن، وهي فرضية الأثير، على الرَّغم من أن ماكسويل قد قلَّل من شأن هذه الفرضية، حينما فسّر الضوء بكونه عبارة عن أمواج كهروطيسية، فلقد بقي من الصعب مع ذلك تصور ماذا "يتموج" حين انتشار الأمواج الضوئية في الفراغ؟

لقد ظلَّ السؤال قائمًا ومحرجًا، ومع ذلك سكت العلماء عنه، لأن المعادلة التي تتوفر عليها النَّظرية الموجية، معادلة صلبة ومتينة تُمكن من التقدم التام، الشيء الذي ولَّد في نفوس العلماء انطباعًا حملهم على الاعتقاد بأن جميع الظَّواهر الممكن اكتشافها في المستقبل، لابد أن تقبل التفسير بالنَّظرية الموجية في شكلها الجديد[xli]، ورغم هذا لم يغفل العلماء عن محاولة جدلنة (dialectiser)، هذه النَّظرية كلّما سنحت لهم الفرصة.

وبقي جمعٌ من العلماء يرون في النَّظرية الجسيمية جانبًا من الصِّحة، ذلك أن الحرارة والأشعة البنفسجية، تنتشر في الفضاء بكميات متقطعة حقًا، انطلاقًا من تجربة بسيطة تتمثل في الإحساس بالدفء الذي نشعر به أثناء جلوسنا بالقرب من المدفأة، إلى أن جاء "أنشتاين" ليؤكد صحة النَّظرية الجسيمية مستندًا إلى الظاهرة الكروضوئية، القائلة بأنه إذا سقط شعاع الموجات البنفسجية على لوح معدني فإنه ينطلق عدد من الكهارب، أمَّا إذا سقط شعاع من الضوء تردده أقل من تردد الشعاع البنفسجي مثل الأحمر أو الأصفر، فإن الكهارب تنطلق أيضًا ولكن بسرعة أقل في الحالة الأخيرة، وهذا يبين بأن الكهارب تنبعث من المعدن نتيجة الاحتكاك الحاصل بينها وبين فوتونات الضوء، ورغم هذا فإن "أنشتاين" لم يستغني عن النَّظرية الموجية التي تفسر ظاهرة الانعطاف، فوضع سلك رفيع بين مصدرٍ للضوء وحاجز، لا يكاد يخلق ظلاً، مما يدعو إلى التفكير بأن الموجات الضوئية قد انعطفت حول السّلك، كما تنعطف موجات المياه حول صخرة، فعندما تمر حُزمة من الأشعة الضوئية خلال فتحة ينتج عنها على الحاجز دائرة مضيئة محددة، ولكن إذا صغر اتساع الفتحة إلى ثقبٍ دقيق كثقب الإبرة، فإنه ينتج عنها على الحاجز دوائر متبادلة من الضوء والظل، وتسمى هذه الظَّاهرة باسم" حيود الضوء".

ولتوضيح هذه الظاهرة، يلجأ الفيزيائيون إلى فصل منابع الضوء بإمراره خلال ثقبين متجاورين ومتقاربين، فنموذج الحيود يكون عبارة عن خطوط متوازية تمامًا، كما ينتج من تقابل موجتين من موجات المياه، فبالتقاء قمتي الموجتين تقوي إحداهما الأخرى، وعندما تتقابل قمة مع قاع فإنهما يتلاشيان، وبالمثل تنتج الخطوط البيضاء من أثر تقابل الموجتين، وتنتج الخطوط السوداء من أثر إلغاء إحدى الموجتين للأخرى بالتداخل، وهاتان هما ظاهرتا التداخل والانعطاف.

والسؤال الذي يجب طرحه هنا هو: أي التفسيرين أصح، التفسير الجسيمي أم التفسير الموجي؟

لقد تناول "باشلار" النَّظريتين، في الفصل الرابع من كتابه الفكر العلمي الجديد، والمعنون باسم المشكلة " الأمواج والجسيمات"، وتتبع بدقة الفيلسوف وفهم العالِم تطور النَّظريتين، وقد اعتبر أن هايزنبرغ قد أصاب فيما ذهب إليه، وذلك عندما جمع بين النَّظريتين، حيث عقد فصلين طريفين متضادين في كتابه" المبادئ الفيزيائية لنظرية الكوانتا(Les principes physiques de la théorie Quanta)، حين ضمَّن الفصل الأول انتقادات لاذعة للمفاهيم الفيزيائية التي حوتها النَّظرية الجسيمية، مستندًا في ذلك إلى مفاهيم فيزياء النَّظرية الموجية، ويمنح من ثمة ضربًا من الصحة المسبقة إلى المفاهيم الموجية، أما الفصل الثاني فإنه يقلب الاعتراضات تمامًا، منتقدًا المفاهيم الفيزيائية لـ"هويجنز" بالاستناد إلى المفاهيم الفيزيائية لنظرية الجسيمات التي يعتبرها صالحةً هذه المرة.

لقد اعتُبر هذا الانتقاد الموجه للنَّظريتين من طرف "هايزنبرغ" في نظر "باشلار" ، انتقادًا يخدم الفكر الجدلي داخل الفيزياء، لأننا لا يمكن أن نجزم أي النَّظريتين تمتلك الصحة، فالجواب بصحة أو خطأ إحداهما، لا معنى له خارج سياقه النَّظري أو حتى التَّجريبي، فكل نظرية سليمة في سياقها، وهذا ما أكدته تجارب الفيزيائي "لوي دو بروي" (L.DeBroglie)*، والذي استشهد به "باشلار" لتأكيد هذا الطابع الجدلي بين النَّظريتين، ويتعلق هذا الاكتشاف بـ "موجات المادة"، حيث أدى هذا الفرض إلى اعتبار المادة ذات طبيعة مزدوجة، جسيمية وتموجية، أي أن الضوء عبارة عن ذرات وموجات معًا، لكن ليس في نفس الوقت.

لقد أضحى التصور الذري والتصور الموجي مظهران لواقع واحد، فالضوء أو الإشعاع (radiation) يبدو أحيانًا كجزيئات وأحيانًا أخرى كموجات، فـ" فوتون " الضوء عند سقوطه على المادة فهو جسيم، لكن في سفره عبر الفضاء يكون عبارة عن موجة، وهو فرض يتجاوز الفيزياء الكلاسيكية عن المادة وعن الضوء، بعد أن أصبح المفهوم الموجي والجسيمي، مفهومان لا غنى عنهما معًا في نظرية موحدة لتفسير الضوء، وبذلك يجتمع النقيضان في النَّظرية الواحدة، في إطار جدل التكامل.

ولم يقتصر المجال فقط على نظريات الضوء بل امتدت التغيرات لتشمل العنصر الأساسي في الجسم، ألا وهي الذرة، فما هي أهم ملامح التغير التي شهدتها عوالم الميكروفيزياء.

هوامش المحاضرة:

[i] زكرياء منشاوي الجالي، المؤثرات المتبادلة بين المنطق والرياضيات، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنّشر، ط1، مصر، 2010، ص 45.

[ii] زكريا منشاوي الجالي، المؤثرات المتبادلة بين المنطق والرياضيات (النّسق نموذجًا)، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنّشر، ط1، مصر، 2010، ص 45.

[iii] محمد فتحي عبد الله، معجم مصطلحات المنطق وفلسفة العلوم، دار الوفاء، القاهرة، 2002، ص 111.

[iv] محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، مرجع سابق، ص 53.

[v] محمد رضا البغدادي، تاريخ العلوم وفلسفة التربية العلمية،دار الفكر العربي، ط القاهرة، 2003، ص 207.

[vi] حربي عباس عطيتو، ملامح الفكر الفلسفي والديني في مدرسة الإسكندرية القديمة، دار العلوم العربية، ط1، لبنان، 1992، ص 53.

[vii] محمد عابد الجابري، مدخا إلى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، ص58.

[viii] المرجع نفسه، ص 58.

[ix] رنيه تاتون، تاريخ العلوم العام، ج 1، ترجمة علي مقلد، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، لبنان، 2006، ص 223.

[x] المرجع نفسه، ص 224.

[xi] محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم، مرجع سابق، ص 59.

[xii] رنيه تاتون، تاريخ العلوم العام، ج 1، ترجمة علي مقلد، مرجع سابق ص 224.

[xiii] دليل أكسفورد، ج1، ترجمة نجيب الحصادي، المكتب الوطني للبحث والتّطوير، ص 430.
[xiv] محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم، مرجع سابق، ص 59.
[xv] دليل أكسفورد، ج1، ترجمة نجيب الحصادي، المكتب الوطني للبحث والتّطوير، ص 431.
[xvi] محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم، مرجع سابق، ص 61.
[xvii] G.Bachelard, Le nouvel esprit scientifique, op-cit, p 24.
[xviii] L.Brunschvicg, Les étapes de la philosophie mathématique, Librairie scientifique et technique,Paris,1981,pp 87-89.

هوامش المحاضرة:

[xix] أندري كوزان، فرانسوا غيري وآخرون، مداخل الفلسفة المعاصرة، ترجمة، خليل أحمد خليل، دار الطليعة، لبنان،طبعة1، 1988، ص 70 .
[xx] علي عبد المعطي محمد، مقدمات في الفلسفة، دار النهضة العربية، بيروت، لبنان، دون طبعة، 1985، ص 209.

[xxi] جون بولياي (J.Bolyai)(1802-1860): رياضي مجري، اهتم بالهندسة وقد طور مفهوم الأعداد المركبة، ولم يترك عدا أوراق ضمنها أفكاره..
[xxii] ن.أ.لوباتشفسكي (N.L.Lobacheveski)(1792-1856): رياضي روسي، صاحب الهندسة المقعرة(La géométrie hyperbolique).
[xxiii] G.Bachelard:le nouvel esprit scientifique, op- cit, p24.
[xxiv] هنري بوانكاريه، العلم والفرضية، ترجمة وتقديم، حمادي بن جاء الله، المنظمة العربية للترجمة، بيروت ، ط1 ، 2002، ص 117.

[xxv] ك.ف.جاوس (G.F.Gauss)(1777-1855)، رياضي وفلكي ألماني، كانت له اهتمامات بالفيزياء، اشترك مع ريمان في اكتشاف الهندسة المحدبة.
[xxvi] و"ج.ف.ب.ريمان"(G.F.B.Reiman)(1826-1866): رياضي ألماني، رغم قصر حياته إلاَّ أن أعماله في الرّياضيات مهمة، ويعتبر مؤسس علم الدلالة، والهندسة الرّيمانية المحدبة التي مهدت الطريق لإنشتاين ليضع النَّظرية النسبية.

[xxvii] محمد عابد الجابري: مدخل إلى فلسفة العلوم، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، ط 5، 2002، ص 76.
[xxviii] هنري بوانكاريه: المرجع السابق، ص ص 129-130.
[xxix] غاستون باشلار، الفكر العلمي الجديد، مصدر سابق، ص 39-40.

[xxx] G.Bachelard,Le nouvel esprit scientifique, op-cit,p 23.
[xxxi] غاستون باشلار، الفكر العلمي الجديد، مصدر سابق، ص 27.
[xxxii] المصدر السابق، ص 29
[xxxiii] هنري بوانكاريه، المرجع السابق، ص 132.
[xxxiv] علي عبد المعطي محمد، المرجع السابق، ص 214.
[xxxv] **G**.Bachelard,Le nouvel esprit scientifique, op-cit, pp24-25.
[xxxvi] Ibid, p32.
[xxxvii] الأكسيوماتيك (Axiomatique):ويعرب في بعض المؤلفات بـ" المنهاج الاستدلالي" أو " منظومة الأوليات" أو "نسق البديهيات"...وهو يعني منظومة من الأوليات التي يقوم عليها بناء رياضي معين، تراعي عدم التناقض الدَّاخلي، فالهندسة الإقليدية وهندسة لوباتشفسكي وهندسة ريمان...يشكل كل منها اكسيوماتيكًا خاصًا.(يُنظر: محمد عابد الجابري، المرجع السابق، ص 81.)

[xxxviii] غاستون باشلار، جماليات المكان، ترجمة غالب هلسا، مجد المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع،لبنان، طبعة6، سنة 2006، ص 145.
[xxxix] G.Bachelard:Le nouvel esprit scientifique, op-cit, p29.

[xl] محمد علي عبد المعطي، مقدمات في الفلسفة، مرجع سابق، ص 196.
* فرنر كارل هايزنبرغ (W.Heizenberg)(1901-1976): فيزيائي ألماني، اكتشف أحد أهم مبادىء الفيزياء الحديثة وهو مبدأ "الاحتمال".
** جوردن(C.Jordan)(1838-1922): رياضي فرنسي من مؤسسي نظرية المجموعات.
***باول أدريان ديراك (P.A.M.Dirac)(1902-1984): فيزيائي بريطاني وأحد مؤسسي نظرية الكم.
**** بوهر(N.Bohr)(1885-1962): فيزيائي دانماركي، بحث في طبيعة الذرة، وهو صاحب مفهوم التكامل بين النظريتين، الموجية والجسيمية.
***** ألبرت أنشتاين(A.Einstein)(1879-1955): فيزيائي ألماني، اشتهر بوضعه النَّظرية النِّسبية الخاصة والعامة.
* هويجنز(C.Huyghens)(1629-1695):فيزيائي وفلكي هولندي، صاحب نظريَّة الانعكاس والانتشار في الضوء، اعتمادًا على النَّظرية الموجية.
* جيمس ماكسويل(G.Maxwell)(1831-1879): فيزيائي بريطاني، أسهم في تفسير ظهور الموجات الكهروطيسية، وكانت جل أبحاثه منصبة حول حركة الالكترون والطَّاقة التي يمكن أن يصدرها.
** هارتز(G.Hertz)(1887-1975): فيزيائي ألماني، حائز على جائزة نوبل 1925م ، على نظريته في انتقال الضوء عن طريق موجات كهرومغناطيسية.
[xli] محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم،مرجع السابق، ص 334.
* لوي دو بروي (L.DeBroglie)(1892-1987): فيزيائي فرنسي، تلميذ وصديق أنشتاين ساهم في نظرية الكم، وقد اخترع المجهر الضوئي.