

التحولات الكبرى في الفيزياء.. تجاوز للإخفاقات وثورة على المعايير المنطقية

أ.ديب نصيرة

جامعة سكيكدة

ما من شك في أن فيزياء نيوتن التي يطلق عليها اسم الفيزياء الكلاسيكية تعد ثورة على الفيزياء الأرسطية، وغني عن البيان أن كل ثورة أو نظرية جديدة في العلم تستوجب نظرة مغايرة تختلف عن سابقتها إلى الكون، وهي التي تحدّد طبيعة الأسئلة التي يحق للعلماء طرحها، الأمر الذي يدفعنا للتساؤل عن صورة الكون من منظور الفيزياء النيوتنية؟ وهل ما قام به نيوتن يُعدّ مجرد وصف جديد للواقع القديم أم أنه تمكن من خلق واقع مختلف؟ بمعنى هل يصعد هذا التصوّر الجديد إلى مستوى القطيعة الاستمولوجية -على حد تعبير باشلار- مع التصوّر القديم للكون أم أنه مجرد استمرار للقول الأرسطي الذي طرحه في السماع الطبيعي؟

ثم إلى أي مدى أفضى تطوّر العلوم الفيزيائية إلى التخلي عن الممارسات القديمة التي تستهدف معرفة جواهر الأشياء والكشف عن ماهياتها؟

وأخيرا ما القيمة الاستمولوجية للنظريات الفيزيائية المعاصرة وبأي معنى أسهمت في تطوّر المنطق، وما حدود تلك المساهمة؟

أولا. المضامين الاستمولوجية للفيزياء الأرسطية وسماقتها:

يجدر بنا قبل البدء بتقصي مضامين الفيزياء الأرسطية وملاحظتها، الإشارة إلى نقاط ثلاث:

1- أرسطو ليس أول من ألف في الفيزياء في تاريخ الفلسفة القديمة، إذ يرجع تاريخ ميلاد الفيزياء إلى مراحل سابقة عليه بكثير، ويكفي أن فلاسفة العهد الأوّل قد سُمّوا بالطبائعيين لاهتمامهم بالعالم الخارجي ومحاولة تفسيره، ولعل ما ذهب إليه لوكريسيوس بصدد "طبيعة الأشياء" يعضد هذا الزعم إذ يقول: "في تلك الأزمنة على مرأى من جميعهم، كانت حياة الناس على الأرض تن تحت نير الدين (...). ولم تنجح الأقاويل على الآلهة ولا الصواعق، ولا الهدير الرهيب، لم تنجح السماء بهذا كله أن تخفيه بل على الضدّ دفعت به عزيمة الروح أقوى وأقوى لكسر مغلاق باب الطبيعة"¹.

2- لم يكن أرسطو يقصد بالفيزياء، الفيزياء التي نعرفها اليوم، أي قوانين حركة المادة الجامدة، بل يقصد بها طبيعة الكائنات التي فطرت عليها لأنه لم يتسنّ له في تلك المرحلة التمييز بين الفلسفة والفيزياء.

3- ضمن أرسطو مبادئ الفيزياء مؤلفاته "الفيزياء" Physics عن "السماء" De Caelo، عن "الهواء والفناء"، "علم الظاهرات".

وتشكل هذه المؤلفات الأربعة حسبها كلا واحدا مترابطا وهو الترابط الذي يحدثنا عنه في "علم الظاهرات" قائلا: "لقد كنا قد تحدثنا سابقا عن العلل الأولى للطبيعة، وعن كل ضرب من ضروب الحركة الطبيعية، ثم تحدثنا عن النجوم التي انتظمت وفق حركة السماوات وعن كل العناصر الجسمية وخصائصها وتحولاتها بعضها بين بعض، وعن النشوء والفناء الكليين"².

أ- المضامين الاستمولوجية للفيزياء الأرسطية:

في كتابه الفيزياء -وكما هو موضح في النص أعلاه- ابتدأ أرسطو من تقصي المبادئ والماهيات الطبيعية، حيث شغل مفهوم المبدأ لديه محل القانون الفيزيائي، فيما تدرج المعرفة التجريبية عنده في إطار المراقبة السلبية التحتية، فقد كان على

يقين من أننا نعرف هذا الشيء أو ذاك عندما نتبين أسبابه ومبادئه الأولى، ونفككه وصولاً إلى عناصره المكوّنة، ويعتقد أنه يتعيّن علينا في علم الطبيعة: "أن نحاول تحديد ما ينتمي إلى المبادئ أولاً وقبل كل شيء"³.

لقد درس أرسطو أعمال أسلافه دراسة نقدية لاسيما فكرة أن الموجود واحد وغير متحرك، وهي الفكرة التي رفضها بشدّة بوصفها لا تمتّ بأيّة صلة إلى دراسة الطبيعة، كما نوّه إلى أن الفلاسفة السابقين عليه كلهم، اعتمدوا ثنائيات متعاكسة سواء المتخلخل والمتماسك (عند أناكسا غوراس)، النار والأرض (بارمنيدس)، المليء والفارغ (ديمقريطس) وكان مأخذه عليهم يتلخص في كونهم أخذوا حالات فريدة من المتعاكسات، بوصفها مبادئ أولى، مثلاً بعضهم أخذ الدافئ والبارد، وآخرون الرطب والجاف، وفريق ثالث الزوجي والفردى، ورابع العداوة والمحبة، في حين تكمن المسألة عند أرسطو في العثور على زوج من المتعاكسات يكون بدئياً بالمعنى الكامل للكلمة، أي لا ينبثق من أي متعاكسات أخرى كانت، تلك الملاحظة التي أبداها أرسطو كانت قد استوقفت برتراند راسل في حكمة الغرب أين أشار إلى أن فلسفة اليونانيين قد كشفت طوال مراحلها عن تأثير عدد من الثنائيات، وأن هذه الثنائيات قد ظلت تشكل حتى اليوم موضوعات يكتب عنها الفلاسفة، وأن أساس هذه الثنائيات الخير والشر، الانسجام والتنافر، المظهر والحقيقة، الحرية والضرورة، الوحدة والكثرة، الفوضى والنظام، الحد واللامحدود...⁴.

وفي كتاب أرسطو "النشوء والفناء" أو ما يعرف باسم "الكون والفساد" بحث كيفية تأثير المواد أحدها على الآخر والتي طرحها أمبيدوكلس في نظريته عن "الآجال والانقضاء"، ثم تحوّل بعدها إلى آراء لوكيبوس وديمقريطس، اللذان قدّما حسب رأيه التفسير الأكثر منطقية للأشياء كلها، حيث تبّنى أرسطو آراء ديمقريطس عن المبادئ الأربعة واعتمدها لا بوصفها مبادئ وحسب. بل بوصفها كذلك أساساً للظواهر التي تقع وليس الأشكال (الذرات) التي تحدث عنها. وهو ما نقرأه في قوله: "الكون المطلق الكامل للأشياء لا يقصر كما زعموا على اجتماع العناصر وتفرقها، كما أنّ الاستحالة ليست مجرد تغيير في الكتلة، بل ذلك خطأ تام يقع فيه كل الناس. ونكرّر مرّة أخرى أنه لا يوجد كون وفساد مطلقان للأشياء باجتماع العناصر وافتراقها، إنما يوجدان فقط متى تعيّر شيء بكلّه، عندما يأتي من شيء آخر بعينه"⁵.

وقد صاغ أرسطو بعد ذلك نظريته عن الحركة، وتبنّى الموضوعية التي تفترض أن كل حركة تقتضي وجود متحرك ومحرك، والحرك على وجه العموم يتحرك أيضاً، لأن حركته هي التي تدفع الحركة في المتحرك عند حصول التلامس بينهما⁶. ولعلنا نلاحظ -هنا- مدى الشبه بين هذا التصوّر وما ذهب إليه نيوتن في القانون الثالث الذي صاغه عن الحركة والذي ينص على أنه لكل فعل ردّ فعل مساوٍ له في المقدار ومعاكس له في الاتجاه⁷.

ولدى دراسته للمكان أبرز أرسطو الصفات التالية في الفراغ وهي أنه لكل فراغ فوق وتحت، وكل جسم يتموضع بطبيعته ويظل في الفراغ الخاص به، وبناءً على هذا المفهوم للمكان أسس أرسطو لقانونه في الجاذبية، عاداً الفراغ هو الحدّ الثابت الأوّل للجسم، حيث أقرّ في السماع الطبيعي: "أنّ جميع العناصر الجوهرية يوجد لها ميل طبيعي تتحرك به نحو أمكنتها الخاصة بها، أو تبقى فيها عندما تكون هناك"⁸.

ولم يكتف أرسطو بعرض آرائه في الحركة، فقد انتقل إلى دراسة مسألة الزمن، والزمن لديه لا ينفك عن الحركة، لكن ليس هو الحركة وإن كان يقاس بها، كما تقاس هي به أيضاً⁹، هذا الفصل بين الزمان والمكان سنراه يتكرر في الفيزياء الكلاسيكية.

تلکم هي بعض مضامين التركة التي ستتأقّلها دوائر الفكر على مدار الألفي سنة القادمة، وإن كنا لم نتعرّض لها بالإسهاب الكافي، فلأنّ تجميع كل آراء أرسطو في هذا المجال أمرٌ يكاد يكون متعذراً في غياب سياق المناقشات التي

خاضها مع الفلاسفة السابقين عليه، هذا فضلا عن أننا أردنا فقط تسليط الضوء على ما يفني بالغرض الذي ارتسمناه من هذا العرض الموجز لفيزيائه. بما يسمح لنا بتحديد خصائصها. فما هي تلك الخصائص؟

ب- سماتها:

يقدم أرسطو تصورا للعالم يقوم على أساس دوائر متمركزة حول الأرض يحركها الحرك الأول، وهي الفكرة الحورية في فيزيائه التي تقوم على العلل الأربعة: الصورية، الفاعلة، المادية، الغائية، وتعتبر العلة الغائية أهم علة عند أرسطو كونها لا تفسر حركة الإنسان والحيوان فحسب، بل تفسر كذلك حركة الجمارد، لذا حُمّلت كلمة فيزياء Physis -عنده- معنى غائيا لارتباطها بفكرة النمو، فالطبيعة لديه تنتمي إلى فئة من العلل التي تعمل من أجل شيء. يقول في السماع الطبيعي: "إنّ الناس عندما يبحثون عن نشأة شيء ما، يهتمون أساسا بطبيعة ما يصدر عن تكوّنه، كما يهتمون بالدافع الذي ابتدأ منه ذلك التكوّن، كاهتمامهم بما عسى يكون قد اعتراه حين التكوّن في بدايته أو لا وعلاوة على ذلك يهتمون بسائر المراحل المتعاقبة التي تمتدّ بين نقطة البداية والنهاية"¹⁰. ما معناه أن الفيزيائي يبحث بالأساس في العلل الغائية، فأرسطو - مثلا- حين يبحث عن تفسير علمي لسقوط حجر على الأرض يردّ هذا إلى طبيعته¹¹. أي أنه يعود إلى مكانه الطبيعي وهو الأرض تماما كما يعود الإنسان إلى بيته بعد خروجه منه.

ومن هنا كانت السمة الأولى المميّزة لفيزياء أرسطو وهي أنها فيزياء غائية، وهي كذلك لأن الأشياء في الطبيعة تتحرك على نحو متصل حسب مبدأ محايث لها حتى تنتهي إلى غاية محدّدة.

وهذا التصور الغائي يقف ضدّ الزعة الميكانيكية التي ما فتئ أرسطو يفندها معتبرا أنه "من الخطأ أن نفترض أنه لا توجد غاية ما، لأننا في الطبيعة لا نستطيع أن نتبين قط القوة المحركة في الفعل الإرادي"¹²، ولعل أشهر مثال يقدمه أرسطو هو حال الرجل الذي يعالج نفسه بنفسه، فالطبيعة تشبه هذا، إذ هي فاعل ومنفعل في ذات الوقت، بمعنى أن الطبيعة عنده علة والعلة الغائية الموجهة لديه لا تقبل النقاش.

أمّا السمة الثانية لفيزياء أرسطو، فتتمثل في أنها تستمد مفاهيمها من الواقع المحسوس على اعتبار أن العلم الطبيعي عند أرسطو هو العلم الذي يدرس الموجودات المتحركة حركة محسوسة يمكن إدراكها بحواسنا الظاهرة. ولما كانت تشبه الطبيعة بالإنسان، وصفت بأنها فيزياء أنثروبومورفية. وهذا المصطلح يشير إلى كونها امتداد للموقف الطبيعي والتلقائي للإنسان من الأشياء، فكما أن صانع الخزف يحتاج إلى علل أربعة إذا ما أراد أن يصنع إناء، فكذلك الأمر بالنسبة للطبيعة، التي تستعمل الماء فتعطينا المطر والأثمار والبحار... وتستعمل الطين فتعطينا الجبال والسهول والتلال...¹³.

ضف إلى ذلك أنها فيزياء كيفية ونوعية لأنها تميّز في الطبيعة بين عناصر أربعة هي: النار، الهواء، الماء، التراب وهي مواد بدئية تؤدي تحولاتها بالتركيب والتفكيك إلى النشوء والفناء، الكون والفساد. وبمعزل عن هذه المبادئ الأربعة لا يمكن الحديث وعن وجود أي مادة معزولة، وتختلف هذه العناصر بعضها عن بعض من حيث سمّوها وخسّتها، كما أنها تؤثر الحركة الدائرية على ما عداها من الحركات، وتفضل ما فوق على ما هو تحت، وما هو على اليمين على ما هو على الشمال¹⁴. والأرض عند أرسطو مكوّنة من عنصر التراب الذي من صميم طبيعته أن يكون منجذبا إلى مركز الأرض، ويتجمّع كاملا فيه بثبات، أمّا الكواكب فهي على العكس مكوّنة من جوهر خالد ساكن، كما هو الحال بالنسبة لكل شيء في السماوات، ولا يمكن لكواكب أن تتحقق إلّا بدورها حول مركزها، أمّا بالنسبة للأجسام التي تحت فلك القمر (أي الأجسام الأرضية) الفاسدة والقابلة للفساد بجوهرها، فهي كذلك بهذا الجوهر خاضعة للتغيّر أو الحركة، وما يميّز هذه الحركة أنها لا تنقلها فقط من مكان إلى مكان آخر، بل تغيّر شكلها كذلك حتى تصل إلى محلّها الطبيعي وعندئذ فقط

تصبح متحققة، ومن ثم كان الثبات عند أرسطو يُفكر ليس كحركة بالعلة، بل كفايئة وهدف، وهو بهذا المعنى يختلف عن الحركة جذريا وبالمطلق، بحيث لا يمكن أن يكون هناك تعادل بينهما¹⁵.

ولعل أهم خاصية تطبع فيزياء أرسطو هي كونها تتفق مع منطق الهويّة، لأن الموجودات عنده مادة وصورة ولا يمكن بأي حال من الأحوال لنفس الجوهر أن يحمل وأن لا يحمل نفس الأعراض في نفس الوقت وب نفس المعنى. وكما هو ملاحظ، فإن التجربة اليومية تؤيد هذا المبدأ لتجعل منه حقيقة يقينية، ولعل هذا ما دفع المفكرين في العصور الوسطى الإسلامية والمسيحية إلى تبني آراء أرسطو، وتلقفها على أساس أنها حقائق مطلقة لا شيء سوى لأنها تتماشى مع إدراكنا الحسي التلقائي للأشياء، لذا طرح فلاسفة العصور الوسطى وبداية عصر النهضة جانبا كل نظرية لا أرسطية، حتى أن غاليلي - مثلا - لم يستطع في نهاية القرون الوسطى وبداية عصر النهضة الفكرية الأوربية أن يفرض على مفكري عصره وجود أقمار عطارد لا لسبب إلا لأن أرسطو لم يذكرها¹⁶.

بيد أن الإمساك بتلابيب فكر أرسطو لم يكتب له الاستمرار تحت وطأة فيزياء غاليلي ونيوتن، التي اتخذت من معاداة النظريات الأرسطية نقطة بدء لها، كما رفضت موقفه التلقائي من الأشياء لتعيد من جديد طرح مشكلة علاقة العلوم بالواقع، ولعل هذه أهم مشكلة طرحت في عصر النهضة ودشنت للانتقال إلى الفيزياء الكلاسيكية.

فكيف حصل هذا الانتقال؟

ثانيا. سمات الفيزياء الكلاسيكية وأسسها:

يشاطر باشلار، توماس كون الإجابة عن هذا السؤال رغم ما نلمسه بينهما من اختلاف على صعيد النظرة الاستمولوجية لتكوّن العلوم وتطورها. ففي الوقت الذي يعتبر فيه باشلار أن الانتقال من العلم القديم إلى العلم الحديث المسمى كلاسيكي، هو انتقال للعقل من السؤال عن لماذا؟ إلى السؤال عن لماذا لا؟ يذهب كون في تركيب الثورات العلمية إلى أن العلم الكلاسيكي قد بدأ عندما طُرح السؤال عن عدم ارتفاع الأجسام لأعلى بدلا من السؤال عن علة سقوطها، وهو الأمر الذي سمح بتشكّل تفسيرات جديدة من مجموعة التغيرات التي حدثت في تكوين الأسئلة وإجاباتها وهو ما آذن بالتحول من أرسطو إلى غاليلي إلى نيوتن. ويعتبر كون أن صاحب النظرية الجاذبية الحق هو نيوتن لأنه وضّح أن الأجسام تتعرض لجاذبية أرضية تجعلها تسقط إلى أسفل ولولا هذه الجاذبية لظلت الأجسام ساكنة أو ربما ارتفعت إلى أعلى¹⁷.

أ- سمات الفيزياء الكلاسيكية:

وكان نيوتن - حسبما يذكره كون دائما في تركيب الثورات العلمية - قد انطلق من رفض التفسيرات الأرسطية والمدرسية التي يُعبّر عنها في حدود ماهيات الأجسام المادية، بل أكثر من هذا، سخر من القول بأن الحجر يسقط بسبب طبيعته التي تقوده نحو مركز العالم، واعتبر هذا الكلام ضربا من التنجيم¹⁸. وكبدل لهذا الإرث الأرسطي قدّم نيوتن تصوّرا آليا ميكانيكا للكون يقوم على أساس فكرة الجاذبية التي يقدمها بوصفها قوة كونية تخضع لها حركة الأفلاك مما نتج عنه سيادة معنى آخر للعلة، أي العلية بوصفها علاقة حتمية بين علة ونتيجة، الأمر الذي أفضى بدوره إلى الاعتقاد في فهم الكون دونما حاجة إلى افتراض علة خارجة عنه كتلك التي تصوّرها أرسطو، فالقوانين الطبيعية وحدها أضحت قادرة على أن تتحكّم في سير المادة والحوادث، فنيوتن في "المطوّل في البصريّات" قد صرّح: "إنّي لا أبحث عمّا يكون السبب في ظواهر الجاذبية، فما أسميته هنا جاذبية، قد يكون نتيجة دفعة أو أسباب أخرى أنا في جهل لها، وأنا لا أستخدم تلك الكلمة إلاّ لأعني بها قوة ما تتجاذب الأجسام عن طريقها، وذلك مهما كان السبب"¹⁹، ثم يردف قائلا أن ما ينبغي علينا معرفته عن الظواهر الطبيعية هو: "الخصائص التي تتحكم في تلك الجاذبية، وهذا قبل أن نبحث عن العلة التي تحدث الجاذبية"²⁰.

وبهذا الإعلان يكون نيوتن قد نقل الفيزياء من الطابع الغائي الذي ارتبط بالميتافيزيقا الأرسطية إلى الطابع الآلي الميكانيكي الذي يفسر الطبيعة بقياسها على سير الآلات، وهو بذلك قد سار في الاتجاه نفسه الذي دشّنه وعبّد طريقه غاليلي، حين أدرك أخيراً وبعد قرنين من الزمن أن ما يهمنا في العلم ليس كيف الجسم (لونه، رائحته...) بل ما يهمنا هو وزنه، كتلته، حركته... فالأجسام تقاس من زاوية الكم وهي لا تُؤثر الحركة الدائرية على بقيّة الحركات كما زعم أرسطو، ولا الأجسام الكروية على بقية الأشكال، لأن تجربة السقوط لديه قد أبانت أن كرة الرصاص والريشة يصلان في نفس الوقت إلى الأرض (في الفراغ)²¹.

وقد ضمّن نيوتن أفكاره -السابقة تلك- عن الجاذبية كتابه: "المبادئ الرياضية" (1687)، حيث شكلت موضوع حديثه في القسم الأول فيما أثر الحديث عن الحركة في القسم الثاني منه، حيث أشار إلى نوعين من الحركة، مطلقة ونسبية.

الحركة المطلقة هي: انتقال الجسم من موضع إلى آخر في المكان، أما النسبية فهي تغيير موضع جسم ما بالنسبة لجسم آخر، ويفسر نيوتن السكون بوصفه استمرار جسم في الموضع نفسه من المكان، وهذا هو مفهوم السكون المطلق. أما السكون النسبي فهو استمرار جسم على البعد نفسه من الجسم الآخر.

وكل حركة أو سكون خاضعة للقوانين الثلاثة التالية:

1- الجسم الساكن يظل ساكناً والجسم المتحرك يظل متحركاً بسرعة ثابتة واتجاه ثابت ما لم تؤثر عليه قوة خارجية تغير حالته الحركية وتسمى هذه الخاصية بالاستمرارية أو القصور الذاتي.

2- إذا أثرت قوة محصلة في جسم حر أكسبته تسارعاً يتناسب طردياً مع القوة المحصلة وعكسياً مع كتلة الجسم ويكون اتجاهه في الاتجاه الذي تؤثر فيه القوة المحصلة نفسها $F = ma$.

3- لكل فعل ردّ فعل يساويه بالمقدار ويعاكسه بالاتجاه ويقعان على خط واحد²².

هذه القوانين التي هي أقرب إلى المبادئ والمنطوقات تنسحب على أية حركة مهما كانت، وبصرف النظر عما إذا كان سببها الجاذبية أو الكهربائية أو المغناطيسية أو قوة التصادم أو أي نوع آخر من القوة.

وكان نيوتن من أجل صياغة هذه القوانين قد استعان بمجموعة من المفاهيم كفكرتي المكان والزمان، فالمكان عنده موجود ووجوده ضروري كي تستمر فيه الحركة، وهو متصل يمتد ويستمر، أي أن المكان في الفيزياء الكلاسيكية مكان إقليدي متكافئ الاتجاهات، من صفاته التجانس والثبات، وهو بهذه الصفات مطلق لأنه مستقل عن المحتوى الفيزيائي ومستقل عن الزمن الذي يجري جريانا منتظماً²³.

والزمان عند نيوتن نوعان:

الزمان المطلق أو الرياضي ويُسمى الديمومة، من صفاته أنه ينساب حتى يُملأ بالتغيرات Changes وهو لا يتضمن المادة ولا التغير (الحركة) فكليهما غير مشتقين منه. أما الزمان النسبي أو الظاهر، فهو قياس محسوس أو خارجي للزمن المطلق ويستخدم في العادة بدلا من الزمن الحقيقي، مثل الساعة واليوم، الشهر، الأسبوع²⁴. والحركة التي تقيم بدراستها الفيزياء الكلاسيكية تتم داخل هذين الإطارين أي أن الجسم المتحرك يوجد في كل لحظة من الزمان في نقطة معينة من المكان أو في حيز منه.

أما في مجال الديناميكا الحرارية فقد أقرت الفيزياء الكلاسيكية ثلاثة قوانين أساسية للبقاء Conservation.

- 1- بقاء المادة.
- 2- بقاء الكتلة.
- 3- بقاء الطاقة.

وهي القوانين التي استنبطت منها قوانين بقاء أو حفظ أخرى فرعية كبقاء كمية الحركة، غير أن القانون الثاني (بقاء الكتلة) كان وثيق الصلة بالنيوتينية وينص على أنه مهما كانت قيمة s فإن المقدار الكلي لـ (s) في الكون يبقى على الدوام كما هو، وأن الوزن الكلي للمادة يبقى كما هو بلا تغيير في جميع التحولات الكيميائية التي تطرأ عليه وهو ما أقره لافوازييه في أواخر القرن 18م. أما قانون بقاء الطاقة فينص على أن الطاقة تتحول لكنها لا تفنى ولا تنعدم وهو القانون الذي بشر به نيوتن وأكدّه حول J.P. Joule²⁵. ولعل أهمية هذه القوانين تكمن في أنها قد منحت للأجسام خواص ضمنية جوهرية وتم أخذها بدوغمائية وتبناها الفيزيائيون بوصفها حقائق ثابتة وأساسا لعلم طبيعي حتمي.

تلك هي سمات الفيزياء الكلاسيكية التي رسم فيزيائيو القرن 18 حدودها بإحكام ووضوح شديدين فكانت إيدانا بإرساء دعائم العلم الحديث.

ب- أسسها:

1- النظام أو الترتيب *Ordre*: وهو مفهوم ناتج عن تصوّر حتمي للعالم. بمعنى أن حوادثه مرتبة في نظام معقول، تتسلسل فيه العناصر على نحو يكون فيه كل منها متعلقا بغيره²⁶.

وهو عند لالاند "بجمل التكرارات التي تظهر في صورة نماذج أو قوانين تعلنها الأغراض المدركة"²⁷ فالحتمية هي التعبير العقلاني لكون محكم التنظيم سمتته الثبات.

هذه الدعامة يعتبرها إدغار موران بمثابة النواة الصلبة للعلم الكلاسيكي، لأنها كانت تعرض درعا واقيا يحميها مفاده أن "الفوضى أمر ظاهر، والظاهر مزدري، ووراءه يتخفى نظام من الثبات ينبغي اكتشافه"²⁸.

ويصفها ريشنباخ قائلا: "هي تختلف اختلافا أساسيا عن القدر، فهي عمياء، لا مرسومة مقدّما، وهي لا تحابي الناس أو تكرههم، وهي حتمية لا بالنسبة لغايات المستقبل، بل بالنسبة إلى وقائع الماضي، وحتمية لا بالنسبة إلى أمر خارق للطبيعة بل بالنسبة إلى قانون فيزيائي. غير أنها لا تقل في دقتها وشمولها عن حتمية المصير، وهي تجعل العالم الفيزيائي أشبه بآلة ملآنة تمرّ آليا بمراحلها المختلفة"²⁹. تلکم هي الصورة التي رسمتها الفيزياء الكلاسيكية عن العالم، الذي صار يبدو أشبه بآلة ضخمة وهذا لصالح النشاط العلمي الذي يستهدف بالأساس إحلال التماسك والانسجام في جوف البناء.

2- الفصل *Séparabilité*: ويتعلق الفصل بثلاث مستويات:

1- فصل العلوم عن بعضها البعض تحت مسميات التحديد والتخصص إلى علوم مختلفة: علم الحيوان، النبات، الجغرافيا...

2- فصل الموضوع: بمعنى العمل على تحليله وتجزئته إلى عناصره البسيطة.

3- فصل الملاحظ عن موضوع الملاحظة أي الإقصاء الوضعاني للذات.

فالعلم من المنظور الكلاسيكي يكون موضوعا بمقدار ما يعكس الظاهرة المدروسة كما هي على الواقع، وليس بالإمكان أن يعكسها كما هي ما لم يعمل على إقصاء الذات العارفة نهائيا، يقول شالمرز: "المعرفة بالمعنى الموضوعي معرفة بغير عارف، إنها معرفة بدون ذات عارفة"³⁰.

وحتى يتحقق شرط الموضوعية كان لازماً استبعاد كل حالات الفكر البشري من فهم واعتقاد واعتناق فتصبح النظرية علمية وذات قيمة حتى لو لم يفهمها أو يعتقد بها أي أحد.

3- العقل Raison:

لا يمكن في هذا العنصر الخوض في إغراق أكاديمي حول سيرورة العقل والمفاهيم المشتقة منه، والتي هي على صلة وثيقة به، كالعقلانية والمعقولة والتعليلية، رغم ما تكتسبه هذه المفاهيم من أهمية على الصعيد الاستمولوجي؛ لأنّ العقل الذي نعينه -هنا- هو العقل الذي جعلت منه الفيزياء الكلاسيكية أداها في السيطرة على الطبيعة والحياة، وهذا حين عملت على استبعاد كل ما هو لا عقل، ففي حين يرتبط اللاعقل بالأسطورة والمخيال والفوضى، ارتبط العقل بالمنطق التجريبي والمنطق الصوري الرياضي، ألم يقل هيدغر: "إن الميتافيزيقا الغربية تكتمل عندما تصبح فيزياء رياضية"³¹ إشارة منه إلى أن الفلسفة تنهي ذاتها بذاتها لصالح العقل العلمي!

هذا العقل العلمي يستند إلى مبادئ ثلاثة: الهوية، السببية، الحتمية، ويتميز بثلاثة خصائص هي: الصرامة، الموضوعية والتراكمية.

ويذهب موران إلى أن وظيفة العقل الكلاسيكي كانت تتمثل في درء التناقض القائم في ثنايا العلم، أو القائم بينه وبين الواقع³².

من خلال السطور السابقة يتضح لنا بجلاء أن النظام أو الترتيب، المفارقة أو الانفصالية، والعقل المطلق هي دعائم التفكير الثلاث التي قام عليها العلم الطبيعي الكلاسيكي، بيد أنها ما لبثت تعلّي من صرح البناء حتى تهاوت تحت وطأة التطورات التي شهدتها الفيزياء الحديثة.

فبدءً من العقود الأولى من القرن 20 بدأت معقولة العالم الواقعي وقدرتنا على فهمه تختنق أو بالأحرى تنتعش من جديد وهذا حينما أعلن توماس كون، وبول فيرانيد أن العلم نفسه غير واع ولا عقلاني، واتضح أخيراً ما رمى إليه فتحنشتين حين اعتبر أن الخطاب الذي تنفّوه به ما هو إلا سلسلة من الألعاب اللغوية غير القابلة للترجمة تبادلياً والتي لا يمكن التثبت منها، وأننا لسنا منخرطين في لعبة لغوية كبيرة واحدة توجد فيها معايير كلية للمعقولة، وأنه بإمكان أي شخص أن يتعقل كل شيء، بل ثمة سلسلة من الألعاب اللغوية الأصغر لكل منها معاييرها الداخلة في المعقولة³³.

وكانت نظريتنا النسبية والكوانطا على حد تعبير راسل "أشد نظريات الطبيعة إزعاجاً وإقلاقاً"³⁴، ليس لأنها أطاحت بالعقلانية في معقل العقلانية، بل لأنها اعتبرت النظام والوحدة والاستمرار من "مخترعات البشر شأنها كشأن الفهارس ودوائر المعارف سواء بسواء"³⁵.

فما الذي يمكن أن يحصل عندما يدوي الأساس ويتسرب إليه الشك؟ وبعبارة أدق: ما الذي أسفر عنه التحول من النموذج الفيزيائي الكلاسيكي إلى النموذج المعاصر؟

وقبل هذا وذاك، ما الأزمة التي تعرّضت لها الفيزياء الكلاسيكية وكيف حسمت وإلى أي شيء أفضت؟

ثالثاً. أسس الفيزياء الحديثة والقيمة الاستمولوجية لنظرياتها:

أ- أسس الفيزياء الحديثة:

لم تلبث الطمأنينة التي ركن عليها العلماء عقب النجاحات التي أحرزوها بالاعتماد على قوانين نيوتن الميكانيكية أن تعرّضت لهزة عنيفة إثر اكتشاف حقائق تجريبية يتعذر تفسيرها بالاعتماد على الجهاز المقولاتي المنحدر من الفيزياء الكلاسيكية، وفي قدرته على تجاوز المتناقضات التي تخص بعض المسائل الفيزيائية، كمسألة الأثير، مسألة انبعاث الطاقة

الحرارية وامتصاصها، ظاهرة التأثير الكهروضوئي، الأطياف الذرية، مفارقة أولبرز Glber's paradox³⁶. هذه المسائل التي أثارت ما يسمى بأزمة الفيزياء الكلاسيكية تندرج تحت مشكلتين أساسيتين: أما الأولى: فتتعلق بالطبيعة المزدوجة للجزيء (موجة/جسيم).

وتتعلق الثانية بطبيعة المادة، الزمان، المكان...

وبناءً عليه تمّ التحوّل من النموذج الكلاسيكي إلى النموذج الجديد عبر لحظتين: اللحظة الأولى: بدأت حين طرح أنشتين نظرية النسبية في المجلة العلمية الألمانية Annalen des physic (1905م) لتفسير التناقض الذي نتج عن تجربة نيكلسون ومورلي³⁷، حيث أسس لنظرية تتعامل مع الكميات الفيزيائية في إطارها الزماني والمكاني معا.

وكان أنشتين قد لفت الانتباه إلى ضرورة الربط بين الأطر المرجعية المختلفة عن طريق ما يعرف بقوانين التحولات للورنز Porentz transformations³⁸ والتي تنص على تواصل الزمان والمكان معا في كينونة واحدة.

وقد نوّه أنشتين -في بحثه الشهير ذاك- إلى أن حل أزمة الفيزياء الكلاسيكية يقتضي القول بتداخل الزمان والمكان وهو ما أطلق عليه اسم "المتصل الزمكاني" (Space-time continuum). وعليه أسهب أنشتين في مناقشة مسألة التزامن (Simultaneity) بين الحوادث الفيزيائية كما يشاهدها راصدون مختلفون لهم أوضاع حركية مختلفة، واستنتج أن التزامن قضية نسبية تعتمد على الحالة الحركية للراصد³⁹. ولهذا يكون أنشتين قد آذن بالتحوّل إلى النموذج الفيزيائي الجديد الذي يقوم على مبدأين:

يتمثل المبدأ الأوّل في صياغة القوانين الفيزيائية صياغة عامّة وواحدة في جميع الأطر المرجعية المتحركة بسرعة ثابتة الأطر القصورية (Inertiel frames)، وهذا هو مبدأ النسبية الخاصة الذي قدم صيغا بديلة لقوانين نيوتن في الحركة. أما المبدأ الثاني: فينص على أن سرعة الضوء في الفراغ هي ثابت كوني لا يعتمد على الحالة الحركية للمراقب، وهو المبدأ الذي قدّم حلا بديها لمشكلة تجربة نيكلسون ومورلي وقد كان من المضامين الاستمولوجية التي كشفها أنشتين أن كتلة الجسم تكافئ قدرًا هائلا من الطاقة تضبطه العلاقة:

$$ط = ك \times سر^2$$

$$C^2 m = E$$

وهو بهذه المعادلة يكون قد عمل على دمج قانوني بقاء المادة وبقاء الطاقة لنيوتن في قانون واحد هو قانون بقاء (الكتلة-طاقة) (Conservation of mass-energy) وهو ما معناه أن للطاقة كما للكتلة كما ومقدارًا، وأنّ الطاقة والكتلة متكافئان يمكن تحوّل إحدهما إلى الأخرى⁴⁰. فتصبح الطاقة مادة ذات سرعة عالية جدًا، والكتلة طاقة متركزة ذات سرعة بطيئة.

وبغرض تأمين حفظ قوانين الفيزياء في كل مكان وزمان، اقترح أنشتين أن تكون هذه القوانين لا تغيرية في التحولات العامة للإحداثيات، حيث طفق يشتغل ما يزيد عن عشرة أعوام (1905-1915م) من أجل إيجاد الصياغة المناسبة والإطار الرياضي الذي من شأنه أن يستوعب قانون الجاذبية بالاعتماد على رموز الزمكان، حتى اهتدى أخيرا على الهندسة اللاإقليدية التي سمحت له بمراجعة التغيرات اللاخطية المماثلة لتغيرات الجاذبية، ووجد أخيرا ضالته في هندسة ريمان التي اعتمد عليها في الصياغة الزمكانية للمجال الجاذبي⁴¹.

هذا عن اللحظة الأولى، أما اللحظة الثانية فقد بدأت مع مناقشة مفهوم المادة التي نجمت عن التجارب التي أجريت حول بنية الذرة في سياق النظرية الكوانتية⁴² التي تمّ عرضها لأول مرة أمام الجمعية الفيزيائية الألمانية في 14 ديسمبر 1900م، حيث ذهب ماكس بلانك إلى أن الضوء لا ينبعث بشكل متصل كما تصفه نظرية ماكسويل للأمواج الكهرومغناطيسية،

بل ينبعث على شكل حزم وتقطعات، وقد أطلق بلانك على كل حزمة اسم كوانتوم (Quantum) وهي كلمة لاتينية تعني كم. وبهذا حسم بلانك الخلاف بين التفسيرين الجسيمي والموجي للضوء وانتهى إلى أن الإشعاع الصادر عن الضوء من طبيعة مزدوجة، أي أنه عبارة عن ظاهرة جسيمية وموجية معا.

فإذا كانت الصورة الجسيمية هي الأنسب عندما يسقط الإشعاع على مادة، فإن الصورة الموجية هي الأنسب عندما ينتقل الإشعاع في الفضاء، بمعنى أن الخصائص الجسيمية ترتبط بموضع الجسيم في المكان، بينما ترتبط الخصائص الموجية بسرعه⁴³.

ثم اهتدى ماكس بلانك إلى معادلة رياضية يفسر بواسطتها ظاهرة من ظواهر الإشعاع الحراري والطاقة، وهي المعادلة التي تبين علاقة الطاقة بتردد موجة الإشعاع وهي: الطاقة تساوي ثابت بلانك $\times$ تردد موجة الإشعاع، مع العلم أن ثابت بلانك يساوي مقداراً ضئيلاً يبلغ حوالي 6.626×10^{-34} جول $\times$ الثانية.

$$ط = ه \times د$$

وفي سنة 1936م توصل هيزنبرغ إلى أن هذه الكمّات لا تقبل تحديد سرعتها وموقعها في نفس الوقت، فإذا استطعنا تحديد موقعها بدقة تعذر علينا ضبط سرعتها وإذا ما استطعنا ضبط سرعتها، فلن نتمكن من تحديد موقعها بدقة⁴⁴. ما معناه أن الكمّات لا تخضع لمبدأ الحتمية، فسلوكها سلوك احتمالي، وهذا ما صار يعرف بمبدأ اللاتعيين أو علاقة الارتباب، وبذلك يكون هيزنبرغ قد أسس لميكانيك الكم.

لكن ما هي القيمة الاستيمولوجية للنتائج التي أفضت إليها التطورات العلمية السالفة الذكر؟

ب- القيمة الاستيمولوجية للنظريات الفيزيائية الجديدة:

يقول برتراند راسل: "إن ثمة نقطتان في نظرية النسبية لها أهمية خاصة"⁴⁵ المسألة الأولى تتعلق بمفهوم الزمن، أما الثانية فبمسألة الذاتية.

فبظهور النسبية لم يعد الحديث ممكناً عن زمن موحد شامل يتاح لكل أحداث العالم أن تقع فيه، فالزمن الذي كنا نعتبره حدثاً كونياً، أضحي زمناً محلياً أي زمناً يرتبط بحركة الأرض.

فمن أهم نتائج نظرية النسبية أنها عملت على إحلال الزمكان محل الزمان والمكان الأمر الذي ترتب عنه جعل مقولة الجواهر أضيق نطاقاً مما كانت عليه من قبل، لأن ماهية الجواهر ليست سوى دوام وجوده خلال الزمن كله⁴⁶. ولما لم يعد ثمة شيء اسمه الزمن الذي من شأنه أن يشمل الكون كله، تحطمت المقولة التقليدية عن الجواهر التي ورثها أرسطو لأجيال من العلماء من بعده وظلت لردح من الزمن غير يسير تهيمن على الميكانيك.

والجواهر Substance يعني الشيء الثابت مقابل الشيء المتغير، وهو ما يكون دائماً موضوعاً في القضية، ومن خصائصه أنه لا يقبل الأضداد، والمقصود بالضدّ "هو ما يطلق على كل موجود في الخارج مساوٍ في قوته لموجود آخر ممانع له أو إلى موجود مشارك لموجود آخر في الموضوع يعقبه، بحيث إذا قام أحدهما بالموضوع، لم يبق الآخر به"⁴⁷، لذا قيل إن الضدان لا يجتمعان ولا يرتفعان.

ولما كانت المفاهيم هي صفات Prédicats معلومة، وكان التناقض في الصفة يلغيها من وجهة نظر المنطق الأرسطي الإتساق فإن هذه المفاهيم التي تقع في التناقض لا تكون صفات.

ومن هذا المنطلق أضحي المنطق الأرسطي عاجزاً عن استيعاب المفاهيم التي استحدثتها الفيزياء في القرن العشرين، كمفهوم المادة اللامادية، والضوء الذي صار يحمل صفتين متناقضتين، وهما الصفة الموجية والصفة الجسيمية.

ولما عُدَّ الاتساق مبدأ لا يجيد عنه في المنطق التقليدي إلا الراغب عن الحقيقة، كان الخروج عنه في الفيزياء الحديثة إيذانا بهجر العقل، ومخاصمته والقول بمجانيته. يقول باشلار: "أما الآن فإن الفكر البشري يوجد أمام موضوعات أخرى ليست قابلة للثبات ولا خاصة لها في حالة السكون، وبالتالي لا تعريف مفهومي لها، وإذن فإنه يجب تغيير لعبة القيم المنطقية. بمعنى ما"⁴⁸. وتتجلى القيمة الاستمولوجية للنسبية عند باشلار في القول بعدم الانفصال بين الزمان والمكان، إذ علمتنا النسبية -على حد تعبيره- أن كل حديث عن حال الكون في لحظة محدّدة ليس له معنى مطلق، يقول: "إن كل حديث عن حال الكون في لحظة محدّدة، لا يعني الاستسلام إلى تعسّف اللحظة المختارة وحسب، بل الاستسلام أيضا إلى تعسّف الحال في اللحظة ذاتها"⁴⁹.

لكن ما المقصود بإحلال الزمكان محل الزمان والمكان؟

وما الذي يوجد داخل هذا المتصل الزمكاني؟

يكتسي دمج الزمان في المكان معنى أن الكون قد أضحي كونا مكانيا زمنيا ذا أربعة أبعاد: الطول، العرض، الارتفاع، أما الزمن فليس بعدا رابعا ينضاف إلى الأبعاد المكانية الثلاث، إذ يمكن أن يكون أي بُعد منها. وترجع فكرة هذا المتصل إلى الألماني هيرمان منكوفسكي H. Minkowski (1864-1909)م الذي أدخلها في المجال الفيزيائي ليقدّم صياغة واضحة للنظرية النسبية الخاصة، فتحت هذه الفكرة الطريق لأنشتين لصياغة نظرية جديدة هي النظرية النسبية العامة التي قدّمت تصوّرًا جديدا عن الكون. والجدير بالذكر أنه لا يمكننا أن نتصوّر في الواقع هذا المتصل الرباعي الأبعاد، ومع ذلك بالإمكان وضع رسم بياني له في صورة رياضية، يظهر من خلاله كل مقياس الزمن كمقياس للمكان، ويعتمد كل مقياس للمكان على استخدام الزمن. ويكفي أن ننظر فقط إلى النجوم والمجرات لنذكر أن ما هو بعيد عَنَّا، ليس بعيدا في المكان فقط بل بعيد كذلك في الزمن، فثمة نجوم تبعد عَنَّا بمئات الملايين من السنين⁵⁰. أمّا عن السؤال ماذا يوجد في الكون؟ أو في هذا المتصل الزمكاني، فيجيب صاحب النظرية النسبية أن الكون مؤلف من حوادث Events، وهو بذلك يفنّد ما يعتقد الرجل العادي من أن الكون يحوي أشياء ماديّة مكونة من كائنات عضويّة وغير عضويّة، ويدحض كذلك ما ذهب إليه الفيزياء الكلاسيكية من أن الكون مؤلف من ذرات تتحرك في مكان وفي زمان معينين.

وتطلق الأحداث على أي شيء يسبق شيئا آخر أو يتبعه أو يتداخل معه، ومن مظاهرها أنها تحدث مرّة واحدة ولا تعود، وتحدث في مجموعات، بحيث تشكل كل مجموعة نسيجا يرتبط فيه بعضها ببعض ويتداخل حسب معادلات رياضية خاصة، يقول زكي نجيب محمود: "كيان الشيء -أي شيء- ليس في جوهره له مزعوم، وإنما هو في تسلسل الأحداث التي تصنع تاريخه، مضافا إليها الطريقة الفريدة المتميّزة التي ربطت بها تلك الأحداث"⁵¹. وهو المعنى الذي أخذه علماء الكوانطا وأقاموا على أساسه تصوّرهم عن الذرة والإلكترون... الخ.

كما عزّز تطوّر الفيزياء لدى العلماء الاعتقاد لديهم في قبول واستساغة مبدأ الحتمية، فإذا كانت الحتمية على حدّ تعبير كارتان تشير إلى أن "حال الكون في لحظة ما تحدّد تطوّر اللاحق كل التحديد"⁵²، فإننا نتساءل أيّ مغزى يظل للحتمية إذا كان الجسم في الفيزياء الحديثة قد أضحي عبارة عن أحداث، أي جملة ظواهر اهتزازية غير قابلة للتجلي بشكل مباشر، وبصفات محدّدة، ولما كان الأمر كذلك، صار من المتعذّر علينا العثور عليه أو تقفّي أثره طالما كانت حركته لا تقبل أن تترجم على محرّك ومادته تأبّق تماما من مبدأ الهوية (مبدأ البقاء في الوجود)⁵³. من هذا المنطلق صار الحديث عن حال الكون في لحظة معطاة بلا معنى؛ لأن الواقع الفيزيائي قد أضحي -في أعظم مستوياته- لا حتمي وغير متحدّد تحديدا قاطعا بالقوانين الطبيعية.

فالقول باللاحتمية في مجال الميكروفيزياء يهدم مبدأ أساسيا من مبادئ العقل هو مبدأ عدم التناقض أو (أولية كل شيء أو لا شيء).

فالقول بأن الشيء المفرد لا حتمي، والصنف الذي ينتمي إليه حتمي يخالف مخالفة صريحة مبدأ التناقض. فإذا كانت الثغرة الأولى التي نخرت الصرح الاستيمولوجي للفيزياء الكلاسيكية قد هدمت مقولات أساسية في المنطق الأرسطي كمقولة الجوهر، الزمان، المكان، وهي لم تستبدل تلك المفاهيم بمفاهيم أخرى فحسب، بل غيرت نظرة العلماء للتعريف بحد ذاته، وأطاحت بمبدأ الاتساق (الهوية وعدم التناقض) وهو الأمر الذي فرض على العقل إعادة مراجعة أسسه وإعادة صياغة طرائق أخرى للعلاقة غير العلاقات التي كانت موجودة في الفيزياء الكلاسيكية، فإن الثغرة الثانية -التي سبق وأشرنا إليها مع راسل- قد كشفت عن تعالق الذات والموضوع، وأبانت عن دور الذات العارفة في بناء أسس العالم الفيزيائي، كما اتضح أن الوصف الموضوعي للعالم الفيزيائي بالمفهوم الواقعي لم يعد ممكنا في الفيزياء الحديثة، وأضحى علم الفيزياء هو بالضبط معرفة الواقع المحدد منهجيا بفعل المشاركة الفعالة والواعية للذات العارفة، فأصبح من غير الممكن إغفال الدور الذي باتت تلعبه الذات العارفة في تصورنا للعالم الفيزيائي.

رابعاً. مساهمة النظريات الفيزيائية المعاصرة في تطور المنطق:

لقد تم تكريس الصفحات السابقة من هذا الفصل لعرض المضامين المعرفية للفيزياء في سيرورة انتقالها من الفيزياء الأرسطية إلى الفيزياء الحديثة مروراً بالفيزياء الكلاسيكية، ومن أجل أن نعصم البحث من الانزلاق إلى حيث لا نريد له أن يترلق، جاء اهتمامنا منصبا على السمات والمبادئ التي تميز كل مرحلة من مراحل تطوره، والإخفاقات التي نخرت في جوف هذا البناء الثغرات التي أذنت بهجر المنطق التقليدي طالما كان يدفع بالعلماء إلى إقصاء الأطروحات التي لا تتفق معه. ألم يقل فيرابند (-) في مقالته دفاع عن أرسطو أن العلم يوضح بالتناقضات Les contradictions، وأن أية محاولة لتنجيتها، سترتب عنها تنحية قضايا هامة، بل وقدرة النظرية على النمو والتطور ومن هنا يطالبنا فيرابند بالتخلي عن كل مبادئ المنطق التقليدية حتى لو كانت أشدها رسوخا، طالما كانت تحرمننا من أطروحات لا تتفق معها⁵⁴.

فالمعايير المنطقية إذن عرضة للتغير في ضوء الإنجازات العلمية، فظهور ميكانيكا الكم، قد دفع العلماء إلى التخلي عن مبدأ الحتمية، كما تحدت النسبية أهم افتراضاتنا عن المكان والزمان والمادة والطاقة... وكما قال رومان رولان في كتابه Clérambault "... إنه لقانون من قوانين الفكر يهدم لكي يأخذ بمقدار ما يأخذ"⁵⁵. بمعنى أن المعايير تتبدل مع كل تطور يحصل للعلم، وينبغي أن يكون لدى العلماء دوما استعدادا لهجر المعايير التي يشتغلون بها مهما قيل عن استقرارها، ومهما كان قدر المعقولية الذي تتمتع به.

لقد طالت النسبية معقوليتنا في فهم العالم، وأضحى الاعتقاد في مجموعة وحيدة من المعايير قادت دوما إلى النجاح وستقود إليه، ضربا من الأسطورة على حد تعبير فيرايند، ويؤيده في ذلك لاكاتوس حين يقول: "قد تغير الأعمال الفنية العظيمة المعايير الجمالية، وقد تغير الإنجازات العلمية العظيمة المعايير العلمية، وتاريخ المعايير العلمية هو تاريخ التفاعل النقدي بين الإنجازات والمعايير العلمية"⁵⁶.

وقد كان باشلار قد طرح في تكوين العقل العلمي السؤال التالي:

كيف يمكن التوفيق بين المفاهيم التي تمثل الهويات وبين حركية المعرفة العلمية؟

واعتبر أن ديناميكية العلم تفترض تجاوز ونحطي المفاهيم والمعايير التقليدية وتقضي أن نغير مضامين بعض المقولات التي كانت تبدو أساسية، وكلما تغيرت تلك المضامين تغيرت صورة العلم، فالمنطق ليس فقط منتجا للتطور العلمي ولكنه

أيضا متأثر بنتائجه، تلك هي العلاقة الجدلية التي سنسعى إلى توضيحها في الصفحات الموالية متحرين من خلالها البحث عن صلة الفيزياء بالمنطق ودور المنطق في تطور الفيزياء ودور الفيزياء في تطور المنطق.

أ- صلة الفيزياء بالمنطق:

لعل طبيعة المنطق منذ نشأته هي التي حددت دوما اتجاهاته، لأن هذه الطبيعة ما فتئت تتجسد من خلال صلته بالعلوم عن طريق استحداثه للأفكار والمبادئ المناسبة لها على اعتبار أنه أكثر هذه العلوم تجريداً وصورياً، ولعل هذا ما عبّر عنه بوزانكيث حين ذهب إلى أن المادة لا توجد بمعزل عن الصورة وأن العلوم كلها تتجه إلى البحث عن تلك الصورة.⁵⁷

لكن ما معنى أن يكون المنطق صورياً؟

أن يكون المنطق صورياً معناه أن يعبر عن تمام اتفاق الفكر مع ذاته، وكما يكون الفكر متفقاً مع ذاته ينبغي أن يخضع لقانون عدم التناقض Law of non-contradiction بقطع النظر عن مضمون التصورات أو التصديقات ومحتواها المادي.

وإذا كان أرسطو قد غلب الناحية الصورية على المادة في التحليلات الأولى فإنه في التحليلات الثانية قد تحدث عن الاستدلال من حيث انطباقه على موضوع العلم، وانطباق الاستدلال على موضوعات العلم إنما يميلنا إلى المنطق المادي الذي يهتم بانطباق الفكر مع الواقع. ولعل خير من عبّر عن هذه الطبيعة المزوجة للمنطق روبر بلانشي الذي ذهب إلى أن المنطق التقليدي "كان فيه شيئاً من الازدواج، مثل الإله جانوس ذي الوجهين Janus bifrons". وهذا ما يفسر وقوعه تحت طائلة تأويلين متضادين، التأويل المفهومي والتأويل الماصدي، وهو ما تسبب في الانقسام العميق بين المنطقيين حيث هوجم تارة باسم الإفراط في الصورية، واتهم بالعقم كونه لا يربط أية صلة بالواقع وهذا في بداية عصر النهضة مع ديكرت، بيبكون، غاليلي، ثم اتهم تارة أخرى في نهاية القرن 19 وبداية القرن 20 بالحدودية وضيق الأفق كونه يأسر العقل في نطاق الواقع الإقليدي.

ما يهمنا -هنا- هو أن صعود المنطق المادي إلى الواجهة أو انحساره عنها والإغراق في الصورنة Formalisation لم يكن سوى استجابة لمتطلبات التطورات العلمية التي اقتضت في كل مرة استحداث أدوات منطقية جديدة وتطوير الطريقة المنطقية ذاتها من أجل إعادة بناء المعرفة العلمية، فأصبح المنطق أساس تطوّر العلم، يزدهر بازدهاره، ويقع تحت طائلة الجمود عندما يخبو هذا التطور.

ولعل التطورات التي شهدتها الفيزياء خاصة في القرن العشرين قد كشفت بجلاء عن تلك الصلة بين الفيزياء والمنطق والتي يقول عنها شورير P. Scheurer: "لقد علمني أستاذي ستوكلبرغ أن الفيزياء ليست علماً فقط، بل هي أيضاً أداة للفكر"⁵⁸، فبالإضافة إلى أن النظرية الفيزيائية مجموعة من المفاهيم والرموز، فهي أيضاً بناء منطقي رياضي، وضع أساس لتمثيل علاقات عناصر العالم الفيزيائي. فهي بوصفها نسقاً تتطلب المنطق لبناء نظرياتها، كما أن المنطق لا غنى عنه لمعرفة العالم الخارجي، ودوره يتمثل في إنضاج الفرضيات العلمية، فلو أن الإنسانية -على حدّ تعبير فوراستيه- لم تنضج شيئاً فشيئاً مقتضيات منطقية وأساليب أكثر تلاحماً وأكثر دقة لما توصلت قط إلى إدراك الواقع.⁵⁹

وإذا كان الفصل بين المنطق الصوري والعلوم التجريبية هو الدارج منذ هيوم والوضعيين المناطقة، فإن هذا الفصل اليوم وتحت وطأة التطورات العلمية قد تقلص إلى حد التطابق بينهما.

وهذا ما ذهب إليه المدرسة الفرنسية، فحسب ديتوش يعتبر المنطق شكلاً من أشكال الفيزياء لأن قوانين المنطق من وجهة نظرها لم تنشأ من الفراغ، فهي ليست قبلية، بل تتشكل بفعل الممارسة التجريبية، فعندما خضع العقل للعلم ظهرت إلى الوجود عقلانية جديدة، ولم يعد ينظر للعقل بوصفه نشاطاً فكرياً لوظيفة الحكم (برنشفيك)، أو ملكة للذكاء تتميز

بقابليتها للتكيف مع أشياء العالم المحيط بنا (برغسون)، ولم يُعدّ العقل قابلاً للتعريف على أنّه مكوّن على حدّ تعبير لالاند، لأن العلم وحده هو المكوّن، أمّا العقل فإنّه يعرف نفسه بنفسه ويتعرّف عليها ويحدّد طبيعته أثناء ممارسته لفاعليته في إنتاج النظرية العلمية لا قبلها⁶⁰.

فالمنطق لم يعد فقط منتجا للتطور العلمي، بل متأثر بنتائجه كذلك الأمر الذي يدفعنا للتساؤل عن دور المنطق في بناء النظرية الفيزيائية ثم دور الفيزياء في تطور المنطق.

ب- دور المنطق في بناء النظرية الفيزيائية:

إنّ الحديث عن دور المنطق في بناء النظرية الفيزيائية هو إلى حد ما حديث عن ضرب جديد من المنطق يمكن تسميته بالمنطق الفيزيائي والذي يعني للفيزياء، ما تعنيه *La métamathématique* بالنسبة للرياضيات ويهتم هذا المنطق بدراسة المعطى الصوري في علاقته بالمعطى التجريبي، ودورهما معا في تشكيل النظرية الفيزيائية ويتصدّى المنطق الفيزيائي لأسئلة من نوع:

كيف يمكن التعبير عن مجموعة من المعارف حول الواقع في نسق صوري معيّن؟ وهل هناك نسق صوري أصلا يصلح للتعبير عن أية مجموعة من معارفنا حول الواقع؟ أم أنّ الأنساق الصورية تختلف باختلاف مستويات ونوعية معارفنا حول الواقع؟ وهل القول بتعدد البنيات النظرية للواقع يلزم عنه صياغة أشكال مختلفة من المنطق الصوري؟ أم أنّ هناك منطقاً صورياً واحداً يصلح لصياغة الأشكال المختلفة من النظريات العلميّة؟ ثمّ ما الذي يمكننا قوله بشأن المنطق الصوري الأرسطي؟ هل تعدّ قوانينه مطلقة الصلاحية، أم أنّه قد فقد صلاحيته على حدّ تعبير باشلار في الفكر العلمي الجديد؟ ألا يمكننا تصور منطق يصبح التناقض فيه مبدأ أساسياً؟

تلك هي القضايا التي تشكل مدار اهتمام المنطق الفيزيائي، والذي يمكن بواسطته إعادة بناء النظرية الفيزيائية على شكل نسق.

وقد كان كارناب في الأسس الفلسفية للفيزياء قد ذهب إلى أنّ الطبيعة الثورية للنظريات الفيزيائية الحديثة، هي التي دفعت الفيزيائيين وبعض الفلاسفة منّ لديهم اهتمامات بالفيزياء إلى الحديث عن ضرورة إحداث تغييرات أساسية في لغة الفيزياء، مراعاة للتطور الذي بلغته، حيث طرحوا التساؤل التالي:

ألا ينبغي أن تعدّل لغة الفيزياء لتتلاءم مع علاقات اللاتعيين؟

وإذا كان الأمر كذلك فكيف يتسنى ذلك؟

ويشير كارناب في كتابه السابق الذكر إلى ثلاثة مواقف تؤيد ضرورة تكييف المنطق ليتلاءم مع المقتضيات المستحدّة في الفيزياء، لكنها تختلف حول ما ينبغي تعديله وهي:

الموقف الأوّل: يمثله مارتن شتراوس Martin Strauss⁶¹ الذي شدّد على ضرورة تعديل صيغة القواعد الخاصة بلغة الفيزياء، وهي القواعد المتعلقة بالصيغ المسموح بها للجمل، هذا التغيير الذي دعا إليه شتراوس يعتبره كارناب جذرياً وغير محبّد⁶².

أما الموقف الثاني: فيمثله الرياضيين جاريت بيركهوف Garret Birkhoff وجون فون نيومان Von Newman، اللذان اقترحا تغييراً من نوع آخر، لا يخص صيغ القواعد، بل يتعلق بكيفية تحويل القواعد التي يمكن عن طريقها اشتقاق جملة من جملة أخرى، كما اقترحا أن يتخلّى الفيزيائيون عن أحد قوانين التوزيع في منطق القضايا.

الموقف الثالث: واقترح من خلاله ريشنباخ إحلال المنطق الثلاثي القيم محل قانون الثالث المرفوع، مؤكدا ضرورة إعادة النظر في تعريف الروابط المنطقية المعتادة (التضمن، الربط، الفصل...) بجدول للصدق أشد تعقيدا من تلك المستخدمة في تعريف الروابط في المنطق ثنائي القيم⁶³.

"وكما احتجنا في علم الطبيعة إلى علم طبيعة لا نيوتني، شيء كهذا لابد أن يحدث للمنطق"⁶⁴، عبارة ردها زكي نجيب محمود في كتابه نحو فلسفة علمية ليشير من خلالها إلى ضرورة البحث عن منطق آخر لا أرسطي على غرار الهندسة اللاإقليدية، والفيزياء اللانبوتية لمواجهة مستجدات التفكير العلمي التي لم يعد المنطق الأرسطي صالحا لها.

ج- أثر الفيزياء على المنطق:

حتى حدود عام 1900 كان منطق أرسطو أو المنطق ثنائي القيم يبدو كافيا لبناء النظرية الفيزيائية، وكان الجهاز الرياضي المؤسس على المنطق الثنائي القيم متلائما إلى أبعد الحدود مع الفيزياء الكلاسيكية، لكن الذي حدث أن الثورات العلمية في بداية القرن العشرين قد نالت من هذا المنطق، وطالت حتى طريقته في التعامل مع الأشياء، وهذا منا أشار إليه بور N. Bohr الذي صرح بأن الدراسة المعاصرة للبنية الذرية للمادة قد كشفت عن تصنيف لم يكن متوقعا لمجال انطباق أفكار الفيزياء الكلاسيكية، وبذلك سلطت نورا جديدا على شروط التفسير العلمي التي كانت تتبناها الفلسفة التقليدية، وحتى نفهم الظواهر الذرية، لزم القيام بمراجعة المبادئ التي لا تسمح سوى بانطباق وحيد الجانب لتصوراتنا الأولية، وهي مراجعة تقود إلى تخطي أطر الفيزياء الكلاسيكية وتجاوزها.

فمراجعة المنطق قد أضحت ضرورة أملت ظروف تطور النظريات الفيزيائية التي أفضت إلى انسداد لزم معه القيام بتغيير ليس فقط المفاهيم والأدوات الرياضية، بل تغيير المنطق الذي تم بالاعتماد عليه صياغة تلك النظريات.

وبعد إدخال مبدأ التكامل لبور Bohr وعلاقات الارتباط لهيزنبرغ أصبح من الضروري مراجعة بعض المعطيات المنطقية الكلاسيكية خاصة رابطة الفصل في معناها الجامع، ومبدأ عدم التناقض بوصفه مبدأ صوريا مطلق الصلاحية، وقد بذلت ديتوش في هذا الصدد مجهودات انتهت بها إلى بناء "منطق التكامل"، وهو المنطق الثلاثي القيم الذي تقوم عليه النظرية الكوانتية⁶⁵.

إن تطبيق المنطق ثلاثي القيم على النظرية الكوانتية، قد أفضى إلى ظهور المنطق الكوانطي كنسق مستقل يفرض نفسه ويتمتع بخصوصيات أهمها: أنه منطق لا يحترم مبدأ الثالث المرفوع لأنه يأخذ بأكثر من قيمتين صدقيتين. هو منطق غير توزيعي لكونه لا يحترم مبدأ التوزيعية على عكس ما هو موجود في نسق البرنكييا (لراسل ووايتهيد) وتعبير آخر المنطق الكوانطي منطق غير بولي. يبقى أن نستخلص الدرس من مجمل حركة التثوير التي شهدتها الفيزياء وهو أن المنطق لم يبق هو، وأن النسبية ليست مجرد نظرية تخص الفيزياء وحسب، فأبعادها قد امتدت لتشمل كل شيء من حولنا، فأضحى المنطق بدوره نسبيا.

- ¹ س. بريوشنكين: أسرار الفيزياء الفلكية والميثولوجيا القديمة، ترجمة حسّان ميخائيل إسحاق، دار علاء الدين، ط3، 2010، ص189.
- ² المرجع نفسه، ص233.
- ³ المرجع نفسه، الصفحة نفسها.
- ⁴ برتراند راسل: حكمة الغرب، ترجمة فؤاد زكريا، ج1، ص29.
- ⁵ أرسطو: الكون والفساد، ترجمة أحمد لطفي السيد، ص104.
- ⁶ أرسطو: الفيزياء، السماع الطبيعي، ترجمة عبد القادر قينيف، إفريقيا الشرق، الدار البيضاء، المغرب، ص77.
- ⁷ ماهر الشريف: المعجم العلمي، كيمياء، فيزياء، رياضيات، دار أسامة للنشر والتوزيع، عمان، الأردن، ط1، 2011، ص249.
- ⁸ أرسطو: الفيزياء، السماع الطبيعي، ص109.
- ⁹ المرجع نفسه، ص135.
- ¹⁰ أرسطو: الفيزياء، السماع الطبيعي، ص64.
- ¹¹ عبد الفتاح مصطفى غنيم: نحو فلسفة العلوم الطبيعية، النظر إلى الذرية والكوانتم والنسبية، ص24.
- ¹² أرسطو: الفيزياء، السماع الطبيعي، ص68.
- ¹³ لطفي العربي: مدخل إلى الاستمولوجيا، ومقالات في الفكر والحياة، الدار العربية للكتاب، ص18.
- ¹⁴ المرجع السابق، ص19.
- ¹⁵ فرانسواز بالبيار: أنشتين غاليليو ونيوتن، المكان والنسبية، ترجمة سامي أدهم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، لبنان، ط1، 1993، ص14.
- ¹⁶ لطفي العربي: مقالات في الفكر والحياة، ص.
- ¹⁷ توماس كون: تركيب الثورات العلمية، ص212.
- ¹⁸ المرجع نفسه، ص171.
- ¹⁹ إسحاق نيوتن: المطول في البصريّات، نقلا عن دفاثر فلسفية، نصوص مختارة 3، المعرفة العلمية، إعداد وترجمة عبد السلام بنعبد العالي ومحمد سبيلا، دار توبقال للنشر، الدار البيضاء، المغرب، ط2، 1996، ص67.
- ²⁰ المرجع نفسه، الصفحة نفسها.
- ²¹ تسمّى هذه التجربة، تجربة أنبوب نيوتن توصل نيوتن من خلالها إلى أن الأجسام تشتمل على وزن أو ثقل يقاس باعتبار الجاذبيّة ويختلف من مكان لآخر لأن الأرض ليست كروية بالضبط، إذ تتغيّر أوزان الأجسام كلما انتقلنا من خط الاستواء إلى القطب الشمالي أو الجنوبي على سبيل المثال لا الحصر.
- ²² ماهر الشريف: المعجم العلمي، ص249.
- ²³ علي حسن كركي: الاستمولوجيا في ميدان المعرفة، ص209.
- ²⁴ جلال شمس الدين: فلسفات العلوم، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية، 2013، ص82.
- ²⁵ بمعى طريف الخولي: فلسفة العلم من الحتمية إلى الاحتمية، دار قباء للطباعة والنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2001، ص321.

- ²⁶ جميل صليبا: المعجم الفلسفي، ج1، ص443.
- ²⁷ أندريه لالاند: الموسوعة الفلسفية، ج1، ص918.
- ²⁸ إدغار موران: نحو نموذج جديد، ضمن فلسفات عصرنا، ص376.
- ²⁹ هانز ريشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ص108.
- ³⁰ عادل عوض: الاستمولوجيا بين نسبية فيرانيد وموضوعية شالمرز، ص143.
- ³¹ فتحي التريكي: التعقلية والمعقولة، ضمن حوارات فلسفية، العقل ومسألة الحدود، الكوليج الدولي للفلسفة باريس، مؤسسة الملك عبد العزيز آل سعود للدراسات الإسلامية والعلوم الإنسانية، الدار البيضاء، نشر الفنك، ص61.
- ³² إدغار موران: الفكر والمستقبل، ص5.
- ³³ جون سيرل: العقل واللغة والمجتمع، ص14.
- ³⁴ برتراند راسل: النظرة العلمية، ترجمة عثمان نوّية، مراجعة إبراهيم حلمي عبد الرحمن، سلسلة آفاق ثقافية، كتاب رقم 41، ص95.
- ³⁵ المصدر نفسه، ص106.
- ³⁶ مجموعة من المؤلفين: حصاد القرن، المنجزات العلمية والإنسانية في القرن العشرين، العلوم الأساسية والتكنولوجيا، مراجعة وإشراف هشام غصيب، مؤسسة عبد الحميد شومان، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، المجلد الثالث، ط1، 2011، ص50.
- ³⁷ تجربة نيكلسون ومورلي (1881م): من أهم التجارب التي عمّزت الفيزياء الكلاسيكية عن تفسير نتائجها وتقوم هذه التجربة على تحديد تأثير حركة الأرض على سرعة ضوء الشمس، وقد نتج عن هذه التجربة أن سرعة ضوء الشمس تبقى على حالها سواء كانت الأرض تسير باتجاه الشمس أو تسير مبتعدة عنها، وهو أمر لا يتفق مع الفيزياء الكلاسيكية التي تقول بقانون تركيب السرعات. أنظر: رشيد الحاج صالح: النظرية المنطقية عند كارناب، ص33.
- ³⁸ تجدر الإشارة إلى أن الفيزياء الكلاسيكية تقول بقوانين التحولات لغاليلي والتي تقر بانفصال الزمان والمكان.
- ³⁹ مجموعة من المؤلفين: حصاد القرن، ص53.
- ⁴⁰ محمد محمد قاسم: كارل بوبر نظرية المعرفة في ضوء المنهج العلمي، دار المعرفة الجامعية، 1986، ص108.
- ⁴¹ مجموعة من المؤلفين: حصاد القرن، ص59.
- ⁴² أسهم في وضع نظرية الكوانتم، عددا من علماء الطبيعة المعاصرين من بينهم نيلز بور N. Bohr، هيزنبرغ، ماكس بورن M. Born.
- أنظر: محمود فهمي زيدان: من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، ص13.
- ⁴³ السيد شعبان حسن: برونشفيك وباشلار بين الفلسفة والعلم، دراسة نقدية مقارنة، دار التنوير للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، ط1، 1993، ص75.
- ⁴⁴ ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، دراسة تحليلية ونقدية للاتجاهات العلمية في فلسفة القرن العشرين، دار الشرق للنشر والتوزيع، ط1، 2012، ص149.
- ⁴⁵ برتراند راسل: فلسفة القرن العشرين، ضمن مجموعة مقالات في المذاهب الفلسفية المعاصرة، نشرها راجوبرت، رونر، ترجمة عثمان نوّية، مراجعة زكي نجيب محمود، مؤسسة سجل العرب، مطابع دار الكتاب بمصر، 1963، ص28.
- ⁴⁶ برتراند راسل: الفلسفة بنظرة علمية، تلخيص وتقديم زكي نجيب محمود، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص258.
- ⁴⁷ مدحت محمد نظيف: الأسس الميتافيزيقية لنظريات أرسطو المنطقية، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، ط1، 1998، ص ص68-69.

- ⁴⁸ محمد هشام: تكوين الممارسة الاستمولوجية عند باشلار، إفريقيا الشرق، 2006، ص163.
- ⁴⁹ غاستون باشلار: الفكر العلمي الجديد، ترجمة عادل العوّا، مراجعة عبد الله عبد الدائم، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت، لبنان، ط4، 1996، ص108.
- ⁵⁰ محمود فهمي زيدان: من نظريات العلم المعاصر إلى المواقف الفلسفية، ص58-59.
- ⁵¹ زكي نجيب محمود: نافذة على فلسفة العصر، سلسلة كتاب العربي، الكتاب السابع والعشرون، 1990، ص66.
- ⁵² غاستون باشلار: الفكر العلمي الجديد، ص108.
- ⁵³ المرجع نفسه، ص89.
- ⁵⁴ عادل عوض: الاستمولوجيا بين نسبية فيرانيد وموضوعية شالمرز، ص7.
- ⁵⁵ جان فوراستيه: معايير الفكر العلمي، ص53.
- ⁵⁶ عادل عوض: الاستمولوجيا بين نسبية فيرانيد وموضوعية شالمرز، ص140.
- ⁵⁷ علي عبد المعطي محمد: المنطق ومناهج البحث العلمي، دار المعرفة الجامعية، ط2، الإسكندرية، 2004، ص5.
- ⁵⁸ محمد سيلا: حوارات في الفكر المعاصر، ص165.
- ⁵⁹ جون فوراستيه: معايير الفكر العلمي، ص85.
- ⁶⁰ محمد هشام: تكوين مفهوم الممارسة الاستمولوجية، ص164-165.
- ⁶¹ Martin Strauss هو تلميذ لفرانك فيليب، وعمل كذلك مع نيلز بور N. Bohr في كوبنهاجن.
- ⁶² رودولف كارناب: الأسس الفلسفية للفيزياء، ص322.
- ⁶³ المصدر نفسه، ص323.
- ⁶⁴ زكي نجيب محمود: نحو فلسفة علمية، ص26.
- ⁶⁵ عبد السلام بن ميس: قضايا في الاستمولوجيا والمنطق، ص66.