

دراسة إبستمولوجية لمبدأ العطالة

An epistemological study of the principle of inertia

علي حشيش¹، ابراهيم معزوز²،¹المدرسة العليا للأساتذة الجزائر (الجزائر)، hechiche2019@gmail.com²المدرسة العليا للأساتذة (الجزائر)، bramazouz@yahoo.fr

تاريخ النشر: مارس/2020

تاريخ القبول: 2020/01/30

تاريخ الإرسال: 2019/05/07

الملخص:

تبدأ العطالة في الميكانيك مقعد "اليقينية" وتقتصر لبس "المطلقات"، بعد أن حظي بقبول واسع جعله مادة للتدريس، حتى ساد الاعتقاد عند الكثير من الفيزيائيين أن مبادئ الفيزياء في العملية التعليمية التعليمية لا تحتاج إلى تحليل نقدي، وبذلك أضحت القضايا التي ينبغي تدريسها تنطوي على تناقضات منطقية أو مفاهيمية. هكذا حل علينا القرن الواحد والعشرين وما برح فهمنا لهذا القانون الأول لنيوتن يراوح مكانه رغم الانتقادات التي لازمته لأكثر من قرنين، والتي انصب أغلبها على استحالة إنجاز تجربة تتفق معه، وعلى "عنصره الميتافيزيقي" من عزو الحركة إلى الجسم ذاته، وانتهى بعضها باقتراح بعض التعديلات عليه مع مطلع القرن العشرين، لكنها ظلت تشوبها صعوبات تتعلق بالتواصل مع الظواهر، وبالتالي تواجه عقبات أثناء التدريس. بات من الضروري إذن مراجعة هذا القانون، مما حدا بنا إلى تشخيص مواطن الخلل فيه، فاستشكلنا عليه من حيث طبيعته ورتبته ومدى صلاحيته، وأشرنا إلى بعض الثغرات التي شكلت عوائق إبستمولوجية ومنهجية.

الكلمات المفتاحية: مبدأ العطالة، العلمية، العوائق، التجريب، المعلم الغاليلي.

Abstract:

The principle of inertia in mechanics assumed the status of "certainty", and is used as a basis in teaching after having been widely accepted. It is believed by many physicists that the principles in physics in the educational learning process do not require critical analysis, despite the fact that the topics to be taught have logical or conceptual contradictions. This is why, with the advent of the 21st century, our understanding of Newton's first law has remained the same despite the criticisms that have raised for more than two centuries, most of which focused on the impossibility of undertaking an experiment compatible with its "metaphysical part" of attributing the motion to the body itself. Our belief that

this principle ought to be revisited led us to diagnose the defects inherent in it, and to point out some problems that constitute epistemological and didactical obstacles.

1- المقدمة:

يتوهم الكثير من أهل العلم أنهم "يمتلكون" ناصية المفاهيم الفيزيائية بعدما تحصنت بترسانة من القوانين المعقدة، كالكتلة والعطالة والجاذبية ونحوها...، بحيث "ساد الاعتقاد بعدم الحاجة إلى إخضاع هذه القوانين إلى أية مراجعة أو تحليل نقدي بعدما عرفه ميكانيك نيوتن من نجاح باهر" كما يصرح غوش (Ghosh)¹، فقد شكّلت قوانين نيوتن المقدمة المنطقية التي منها تتبدى علوم الفيزياء الحديثة، كما شكّل القانون الأول منها (أو مبدأ العطالة) مفصلاً أساسياً حسب تعبير آينشتاين: "إن قانون العطالة سجل أول تطور في الفيزياء، بل بدايتها الحقيقية"². الجدير بالذكر أن هذه الفيزياء استمرت إلى بداية القرن العشرين (قرابة 3 قرون)، وأنها جاءت كرد فعل لإسراف العصر المدرسي في تفسير الطبيعة بعناصر لاهوتية مفعمة بالغيبات والخراف. لذلك قامت من حيث المبدأ على أن الوجود الخارجي (المادة) هو الحقيقة الكونية النهائية، واختزلوا بذلك النواميس في نماذج آلية ميكانيكية محكومة بالاحتمالية المادية والصدفة، حتى أنهم أكتوا - من خلال "مبدأ العطالة" - على استقلال الطبيعة عن كل القوى الخارجية !

بيد أن النظريات العلمية شأنها كشأن الإمبراطوريات معرضة للسقوط حسب تعبير بوانكاري (Poincaré)³، وميكانيك نيوتن ليس بمنأى عن ذلك، فقد واجه تشكيكات، وأعلن أن زمانه قد ولى. فقد أشار الفيزيائيون وفلاسفة العلوم وخبراء في العلوم - كما صرح كولهو (Coelho)⁴ - إلى وجود صعوبات فيما يتعلق بقانون العطالة، واستشهد بقائمة مطوّلة من علماء الفيزياء قديماً وحديثاً ممن أشاروا إلى تعذر التحقق من صحة قانون العطالة، فهذا القانون - حسب تصريح كارنو⁵ (Carnot) وغيره - هو فرضية أملاها الاستقراء؛ إذ من مشاهدة حركة كويرة على طاولة مسطحة يعمم على كل الأجسام الأخرى في ظروف مماثلة.

على كل حال ما انفك قانون العطالة تتنابه الحيرة ويكتنفه الغموض وتغشاه التناقضات في صياغته، بحيث أفضى إلى جملة من العوائق العلميائية (Épistémologiques) المرتبطة بالأساس الفلسفي، ومن ثم الصعوبات التعليمية (Didactiques) المرتبطة بالممارسات التي تمت عند تطبيق القانون، فبات من الضروري مناقشة هذا القانون بعدما حل علينا القرن الواحد والعشرون وما برح فهمه لدى الفيزيائيين يراوح في مكانه، ولقد أصاب لونجفان (Langevin) بقوله من قبل: " فور فهمنا لفكرة العطالة تتناوبنا الدهشة لأننا ما زلنا نستطيع قول شيء بصددّها، ورغم أن هذا المشكل قد سبقت مناقشته بعمق، إلا أنه لم يستند بأي حال من الأحوال"⁶.

حاولنا في هذه المقالة تشخيص مواطن الخلل في مبدأ العطالة، فاستشكلنا عليه من حيث طبيعته ورتبته ومدى صلاحيته، وشخصنا بعض الثغرات التي باتت عائقا إبستمولوجيا ومنهجيا، ثم علقنا عليها بما ينفي الغموض وتنحسم به الشبهات ما أمكن، معتمدين في ذلك المنهج الوصفي التحليلي.

2- مفهوم العطالة (أو القصور الذاتي)

1.2- اضطراب مفهوم العطالة

أفشت لنا الطبيعة عن أسرارها الكبرى فبدا لنا وكأنها ظواهر بديهية، والواقع أننا لم نخرج عن المثل القائل "إن أحلك مكان يقع تحت الفانوس"؛ فالجميع يتوهم أنه "يعرف" ما هو الوجود، والفضاء، والزمن، والكتلة، والعطالة، والجاذبية، وما إلى ذلك، لدرجة أن لدينا نظريات معقدة للتعامل مع هذه المفاهيم، ومع ذلك ما انفك أصل العطالة يشكل هاجسا لدى الباحثين إلى يومنا هذا.

ما هي العطالة؟ يظن البعض أن سؤالاً بسيطاً كهذا يستدعي إجابة فورية بسيطة، لكن ذلك غالباً ما يجانب الواقع، لأن السؤال البسيط يقتضي أحيانا جواباً معقداً جديراً ببحث معمق. إن العطالة معقدة حقاً بالنسبة إلى التلميذ، وحتى بالنسبة إلى الطالب إن لم نقل بالنسبة إلى المعلم أيضاً!

فالعطالة - وفقاً لآراء علمية كلاسيكية⁷ - هي أهم خاصية في الميكانيك، فالمادة عاجزة عن التغييرات التلقائية: وهنا تكمن إحدى النتائج الأولية وأعمها لكافة مشاهداتنا الميدانية. هذا المنطوق يقود إلى القول إن المادة في حد ذاتها هامة مسلوقة الحياة؛ لأن الفعل التلقائي - في اعتقادنا - هو الدليل الوحيد على وجود مبدأ حيوي. فعندما نشاهد جسماً مادياً تغشاه التحولات، فإننا لا نبحث عن العلة في المادة نفسها، وإنما عن العلة الخارجية، وما قانون العطالة إلا حالة خاصة من مبدأ عام يقضي بعجز المادة عن تغيير حالتها أو نوعها من تلقاء نفسها؛ فالعطالة تطبيق لهذا المبدأ العام على حالتي السكون أو الحركة، والجسم العاطل (القاصر) لا يمكنه من تلقاء نفسه، وبمعزل عن أي تأثير خارجي، أن يباشر الحركة إن كان ساكناً، أو يتوقف إن كان متحركاً. أو بالأحرى فالمادة قاصرة عاطلة لا تملك قرارها أبداً في أن تبقى ساكنة أو متحركة، أو ترفع وتيرة حركتها الممنوحة لها، إذ الأمر بيد القوى الخارجية المترتبة بها.

والعطالة - وفقاً لآراء علمية حديثة⁸ - هي مقاومة الكائن المادي ضد تغيير حالته الحركية، وُعرِّف عنها عددياً بكتلة الجسم. لا توجد نظرية وحيدة مقبولة تفسر مصدر العطالة، وكل الجهود المبذولة من قبل علماء الفيزياء البارزين، مثل إرنست ماخ (Ernst Mach)، ألبرت أينشتاين (Einstein)، سياما (Sciama)، وهايش (Haisch)، واجهت جميعاً انتقادات جديّة من أكثر المنظرين حديثاً.

فإذا نظرنا إلى العطالة كخاصية جوهرية للأجسام؛ وجدنا بعض الفيزيائيين يصرح أن للأجسام خاصية أو نزعة طبيعية تدعى العطالة، منهم كتنال (Cutnell) وجونسون (Johnson) وويلسون (Wilson)

• وبوفو (Buffo) وسمرفلد (Sommerfeld) وشيفر (Schaefer)، وتصريحاتهم في ذلك متقاربة، نذكر منها على سبيل المثال ما أورده شافير (Schaefer)⁹، في "مدخل إلى الفيزياء النظرية": أن اعتبار العطالة كخاصية للأجسام هو نتيجة لتفكيرنا السببي؛ فبما أننا بحاجة إلى سبب للإقرار بأن الأجسام تتأثر على سكونها أو على حركتها المستقيمة المنتظمة، فقد نسبنا إلى هذه الأجسام خاصية العطالة. إن تفسير العطالة كنتيجة لشرط مفهومي يجعل شافير لا يعتبرها كخاصية جوهرية للأجسام.

وهنا يعلق كولهو (Coelho) بقوله: "إذا احتوت الأجسام على خاصية أو ميل طبيعي يعرف بالعطالة، فعندئذ نفهم لماذا تبقى الأجسام ساكنة أو متحركة بانتظام على خط مستقيم. بيد أنه إذا صح أنه يستحيل إنجاز تجربة لإثبات مثابرة الجسم من تلقاء نفسه على تلك الأحوال، فلا مبرر لدينا للحديث عن تلك الخاصية، لأننا لا يمكن أبداً أن نتحقق من نتيجتها. وهذا يعني أننا لا نملك أي سبب تجريبي يخول لنا أن ننسب خاصية العطالة إلى الأجسام".¹⁰

• وإذا نظرنا إلى تقدير العطالة كمياً بالكتلة؛ وجدنا بعض الفيزيائيين، مثل بيكر (Becker) وبلات (Blatt)، يصرح بأن "العطالة هي خاصية للجسم يقاوم بواسطتها التغير في حركته، والتقدير الكمي للعطالة هو الكتلة"¹¹ والكتلة هي خاصية ملازمة للجسم تزوده بعطالته، أي بالمقاومة ضد تغيير حالته الحركية.

العطالة المشار إليها هنا تعني مقاومة الجسم لتغيير حالته الحركية عندما تؤثر عليه أجسام أخرى. بينما العطالة التي عالجناها آنفاً كنزعة طبيعية، تبرر استمرار الجسم على حالته من الحركة عندما لا يتأثر بأي جسم آخر. وفي الوقت الذي تقاس فيه العطالة، التي أشار إليها بيكر وبلات، بكتلة الجسم، فإن العطالة المتعلقة بقانون العطالة مستقلة عن الكتل.

لربط العطالة المشار إليها بتلك المتضمنة في قانون العطالة، فإنه يجب افتراض أن مصدر "مقاومة التغير" هو خاصية الجسم على المثابرة على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة على خط مستقيم، ومع ذلك ينبغي إجراء تجربة للتأكد من أن الجسم لديه هذه الخاصية. هذا الشرط يفضي إلى الصعوبة المذكورة آنفاً.

2.2 - أصل العطالة

يؤكد العلم أن العطالة هي المقاومة (المعاوقة) ضد تغيير حالة الحركة لجسم مادي. تعدّ العطالة وفقاً لآراء علمية كلاسيكية - عند نيوتن مثلاً - بمثابة "قوة فطرية يمتلكها الكائن الذي يقاوم التغيرات الطارئة على حركته"¹⁸ كما عبر عنها دناييف (Dunaev)، ولم يكشف نيوتن عن طبيعة هذه القوة.

تمت مناقشة مسألة العطالة منذ أكثر من عقد من الزمن، ومع ذلك لم يتم حتى الآن فهم أصلها ومصادرها وأسبابها الحالية بشكل جلي حسب ما ذهب إليه صديكوف (Sadykov)¹⁹. فالعطالة من وجهة نظر الحركية (cinématique) لا تختلف عن الجاذبية بصفاتها كونية، تمنح نفس التسارع لكافة الأجسام، غير أن قوة العطالة ليس لها حامل ولا نقطة تأثير. لذلك ليس من المستغرب أن يطابق

أينشتاين العطالة مع الجاذبية. ومع ذلك فهي تختلف عنها جذرياً بطبيعتها الفيزيائية: ففوة الجاذبية هي قوة كمونية تتناقص بتزايد المسافة بين الأجسام المتجاذبة، في حين أن قوة العطالة ليست كمونية، ولا هي رهينة بالكتل والمسافات، فهي تظهر حصراً عندما تتغير السرعة وتختفي مع ثبات السرعة.

الفرضية الوحيدة التي ترتبط العطالة بالمادة بكيفية ما هي مبدأ ماخ، الذي يعدّ عملياً فرضية غير مجدية لأنه بالإعلان عن الأصل الكوني للعطالة لم يفسر آلية أصلها.

3- مبدأ العطالة (أو القانون الأول لنيوتن):

برز مبدأ العطالة من خلال أعمال غاليلي (1564 - 1642). لكن صيغته الواضحة ظهرت بعده مباشرة في أعمال ديكارت (1596 - 1650) وتوماس هوبز (1588 - 1679) وغيرهم، إلى أن توجت صيغته النهائية على يد إسحاق نيوتن (1643 - 1727)، وصدر به قوانينه في الحركة في مصنفه الشهير "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" تحت النص التالي (كما جاء في الترجمة الفرنسية عام 1756: "يستمر كل جسم على حاله من السكون أو الحركة المنتظمة على خط مستقيم، ما لم تؤثر عليه قوة ما فتجبره على تغيير حاله"¹²).

تجدر الإشارة هنا إلى أن هذا القانون لا يصح إلا في معلم غاليلي، رغم أن نيوتن لم يشر إليه في مصنفه، وكان لزاماً انتظار أعمال كوريوليس (Coriolis) وفوكو (Foucault) في القرن التاسع عشر ليبرز مفهوم المعلم الغاليلي كما هو معروف اليوم. لذا يمكن صياغة مبدأ العطالة بلغة أكثر حداثة: "في المعلم الغاليلي، يستمر كل جسم على حركة مستقيمة منتظمة في غياب القوى، أي أنه يبقى ساكناً أو يحافظ على سرعة ثابتة".

فهل أن قانون العطالة حقيقة تفرض نفسها قبلها على الذهن؟ وإذا كان ذلك كذلك، فكيف خفيت على الإغريق؟ وكيف اعتقدوا بأن الحركة تتوقف بمجرد زوال السبب الذي أدى إلى ظهورها؟ واعتقدوا كذلك بأن الأجسام تتخذ حركة دائرية ما لم يطرأ عليها عائق؟ وإذا قيل إن سرعة الجسم لا يمكن أن تتغير ما لم يكن ثمة سبب يدعو لتغييرها، أفلا نتقبل أيضاً بأن موضعها أو مسارها أيضاً، لا يمكن أن يتغيرا ما لم يطرأ عليهما سبب خارجي يغيرهما؟ ثم هل تحقق هذا القانون تجريبياً؟ وهل يمكن أن يتحقق؟... عندما كتب نيوتن مبادئه الثلاثة كان ينظر إلى هذه الحقيقة كأنها محسوسة ومحققة تجريبياً، بيد أن مبدأ العطالة ليس حقيقة إلى حد الآن، فهل هو واقع تجريبي؟...

هذه التساؤلات التي أثارها الفيزيائي والفيلسوف الفرنسي بوانكاري (POINCARÉ)¹³ منذ أكثر

من قرن، وتساؤلات أخرى كثيرة طرحت لاحقاً، دفعتنا إلى دراسة مبدأ العطالة إبستمولوجياً

4- دراسة مبدأ العطالة إبستمولوجيا:

1.4- هل هو مبدأ أم قانون؟

كثيرا ما ننسى أن نيوتن لم يعلن قوانين الحركة وإنما كتب "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية"، وأحد هذه المبادئ هو "مبدأ العطالة" الذي لم يصبح قانونا فيزيائيا إلا بعد ذلك بكثير ... هذا ما صرح به روبرت باريس¹⁴. كما يصرح هين (Hine) بأن " مفهوم "العطالة"- على وجه الخصوص - هو فرضية مثل مفهوم أرسطو لـ "الموضع الطبيعي". إلا أن الاختلاف بينهما يكمن في أن مبدأ العطالة قد شاع استعماله في الفيزياء منذ أزيد من 3 قرون، وتتوافق عليه جمهور الفيزيائيين. لهذا السبب فحسب، وبعبدا عن اعتبارات صحته، لا يزال الفيزيائيون يتمسكون بمبدأ العطالة¹⁵.

ونضيف بأن هذا المبدأ من حيث المرتبة قد أقحم تكلفا ضمن مبادئ الفيزياء، وما هو كذلك؛ إذ "المبادئ هي التي يتوقف عليها مسائل العلم، كتحليل المباحث وتقرير المذهب، [...] وهي التي لا تحتاج إلى البرهان، بخلاف المسائل، فإنها تثبت بالبرهان القاطع" كما عرفها الجرجاني (الجرجاني)¹⁶. ويعضد ذلك قول ميكاليف (Micallef): "يمثل المبدأ حقيقة أولية لا يمكن استنتاجها من أية حقيقة غيرها بل تسمح باستنتاج غيرها منها. وبالتالي تقاس صلاحية مبدأ ما بعدد وامتداد الحقائق التي يمكن أن تستخلص منه"¹⁷. لذلك يقول غينون (Guénon) بهذا الصدد: "إن ما يدعى "مبادئ" إنما اتخذتها الرياضيات الحديثة كركائز لهذا العلم كما صورتها، وما دعيت كذلك إلا من باب التعسف؛ فهي بالضبط ليست إلا فرضيات أسست بإحكام تقريبا، أو هي - في أحسن الأحوال - قوانين بسيطة عامة تقريبا، قد تكون أكثر عمومية من غيرها، لكن بأي حال من الأحوال لا تمتّ بصلة إلى المبادئ الحقيقية الكونية"¹⁸.

من هنا لا يعدو أن يكون ما يدعونه "مبدأ العطالة" قانونا أو نظرية، لا يرقى إلى مستوى المبادئ والنواميس الطبيعية الثابتة قطعا، تجربة وعقلا. ويعضد ذلك مثلا قول روبرت باريس: "غالبا ما تضطر العلوم الفيزيائية إلى اللجوء إلى أنواع أخرى من التأكيدات غير القوانين، ألا وهي المبادئ. هذه المبادئ مفيدة كثيرا بحكم أننا ما زلنا بعيدين جدا عن توفر تصور شامل للظواهر في العلوم الفيزيائية، حتى لو كان عامة الناس يعتقدون أن كل شيء قد تم وصفه من خلال القوانين المبرهنة والمتصلة ببعضها البعض"¹⁴. ومبادئ العلوم عند باريس ليست قواعد أخلاق، بل هي أقرب إلى القوانين ولكن بصلاحية أقل، بحيث تفتقر إلى أي برهان، ولا تربطها أي علاقة منطقية مع قوانين أخرى. وللمبادئ دور حاسم لا يمكن أن تستغني عنه العلوم، ويتم التحقق منها عموما من خلال التجربة، وهي تتفق مع القوانين الأخرى ومع صورتنا عن الطبيعة. بيد أنها لا تنبثق من القوانين ولا يعرف لها برهان. فهي ضرورية لمجمل الفهم ولكنها ليست في مجال العقلانية الصرفة إطلاقا. إنها تنبع من الحدس وتبقى في هذا المستوى حتى لو جعلتها السنوات أكثر مصداقية. ويؤكد باريس أن بعض المبادئ التي تم التخلي عنها توحى أنه لا توجد ضمانات للحفاظ على أي مبدأ.

3.4 - الصيغة التجريدية لمبدأ العطالة:

إن سياق مبدأ العطالة في مصنف نيوتن تحت عنوان "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية"، يدعو إلى التأمل فيه ملياً للتحقق أولاً من طبيعته: هل هي فيزيائية أم رياضية؟

إن التجريب هو معيار الحقيقة للعلم، فمنه تستخلص الصيغة الرياضية العامة التي ترمي إلى التنبؤ بالظاهرة وإعادة إنتاجها. هذا التعريف الأصلي يدين العلوم الفيزيائية لابتعادها اليوم أكثر فأكثر عن دراسة خصائص الأشياء واقتصارها على الكم والقياس.

لقد جرت العادة - كما صرح غينون (Guénon)¹⁸ - على معالجة الميكانيك كجزء من الرياضيات بإحاطة سَمته الكمية، وهذا لا يخلو من حشوه بالكثير من التشويهات، إذ الميكانيك في الحقيقة هو علم فيزيائي بحكم موضوعه. لا يخفى أن فيزياء غاليلي، كما يصفها كويري (Koyré)، هي "فيزياء الفرضية الرياضية، فيزياء تستتبط فيها قوانين الحركة وقانون سقوط الأجسام استنباطاً تجريدياً، دون استعمال مفهوم القوة، ودون اللجوء إلى التجربة على أجسام حقيقية، والتجارب التي يدعي غاليلي الاستناد إليها، أو سيستند إليها لاحقاً، بما فيها تلك التي أنجزها فعلاً، لم تكن، ولن تكون أبداً، سوى تجارب فكرية (ذهنية)، وهي حصراً تلك التي أمكن إجرائها بواسطة الأشياء التي تنسب إلى فيزيائه. لأن الأشياء في فيزياء غاليلي، والأجسام في تحريكه، ليست أجساماً "حقيقية". فليس يمكن في الواقع إقحام أجسام "حقيقية" - بمعنى المفهوم العام - في وهم الفضاء الهندسي (اللا واقعي)...¹⁹.

ومن صلب هذا التجريد كان ميلاد مبدأ العطالة، كما يشهد على ذلك كويري: "وهكذا نعلنها صراحة أنه من أجل هذه الأجسام المجردة الموضوعة في فضاء هندسي فقط، يكتسي تحريك غاليلي أهمية، وعلى مثلها فقط ينطبق مبدأ العطالة. في الحالة التي نعوض فيها فقط الكوسموس³ بالفراغ المحقق للفضاء الأفليدي، وكذا حين تعوض الأجسام المعينة ذاتاً ووصفاً عند أرسطو وعامة الناس بهذه الأجسام المجردة الأرخميديّة، عندئذ يتوقف الفضاء عن أداء دور فيزيائي، وتكف الحركة عن التأثير على المتحركات، فتصبح لديها الحركة والسكون سيان، وتصبح الحركة حالة يمكنها - تماماً مثل السكون - أن تدوم من تلقاء نفسها إلى الأبد، دون حاجتنا إلى سبب يفسر هذا الفعل"²⁰.

إن مبدأ العطالة بصياغته هذه يكتسي صبغة تجريدية (رياضية) تحول دون القبول به قبلها، وسيكون من قبيل التوريط أن نجعل النظرة الحقيقية (الواقع) مع النظرات الافتراضية على قدم مساواة كما عو برغسون²¹ (Bergson)؛ إذ يتعين على علم الفيزياء أن يأخذ بعين الاعتبار خصائص أشياء التجربة دون الاكتفاء بالتنبؤ الذي يضمّنه الدليل الرياضي؛ إذ أن هذا الأخير هو اختراع عقلي بحت، "وبذلك تكون العلوم الفيزيائية المعاصرة - كما يصرح ميكالف - ضحية لحركة انفلات مزدوجة من الواقع والتحول من جزء أساسي من التجسيم إلى التجريد، أو بالأحرى التخلي عن خصائص الكائن لصالح قياسه،

والبحث عن تماسك القوانين الرياضية على حساب القوانين الفيزيائية العقلانية " ¹⁷.

من هنا لابد أن نؤكد على أن فهم الظاهرة الفيزيائية لا يحصل بمجرد توصلنا إلى صياغة القانون الرياضي لها، فلا بد من التمييز بين مرحلتين في الإجراء العلمي:

- مرحلة القياس والكتابة الرياضية للظاهرة،
 - مرحلة استجلائها، وفهم مجمل الأسباب التي تحددها، واكتشاف القوانين العامة التي تحكمها وترتبطها بجملة القوانين الأخرى الموجودة التي تشكل منظومة العالم.
- لعله قد حان اليوم - كما يصرح ميكالف (Mecalef) ¹⁸ - إحداث قطيعة مع تلك المقاربة المهيمنة منذ عهد غاليلي، والمبنية على فكرة أن الرياضيات هي لغة الفيزياء، ووضع نظرية فيزيائية مستقاة بشكل دقيق من عدد معين من المبادئ المفروضة قبلاً باعتبارها ضرورة منطقية لبناء الحركة.

4.4 - مدى صلاحية مبدأ العطالة:

يفيد مبدأ العطالة بأنه يتعذر على المادة أن تباشر الحركة من تلقاء نفسها، أو أن تغير حالة حركتها؛ فالجسم المتحرك سيحتفظ على حركة مستقيمة منتظمة إلى أجل غير مسمى إذا لم يطرأ عليه أي فعل خارجي، وعندما يعترض أحد ما على أن الوقائع تبدو على النقيض من هذا المبدأ، بحكم أن الكرة المقذوفة على سطح أفقي أملس تماماً تتوقف بعد حين، فسيجيب الفيزيائي أن هذا التوقف يعود إلى احتكاك الكرة مع السطح. لكن هل ثبت أن هذا الاحتكاك هو السبب الوحيد للتوقف؟ وهل ثبت عملياً أن حركة معينة لا تتباطأ أيضاً من تلقاء نفسها؟

إن مبدأ السببية - كما قرر لاغرانج (Lagrange) ²² - يقتضي ألا يكون هناك تغيير دون علة، فلا بد من سبب للتغيير الذي يعتري حالة الحركة، مثلما هو ضروري للانتقال من السكون إلى الحركة نفسها. إذا كان الأمر خلاف ذلك فيمكن لدفعة محدودة في حدها الأدنى أن تحدث في الفراغ حركة مؤبدة، تلازمها دائماً مستجدات، وهي الخروج باستمرار من القوة (إمكان الشيء) إلى الفعل (وجوده حقيقة!) [...] ولا شك أن مثل هذه الحركة، التي لن تحتاج إلى الحفاظ عليها، والتي ليس لها حد ولا نهاية بالمعنى الميتافيزيقي للكلمة، تتعارض مع مبادئ السببية والغائية.

وحيث أن مبدأ العطالة (بالمعنى الاشتقاقي للكلمة) ليس بديهية حسب دويهم، بل هو مجرد مسلمة وضعها العقل بحرية، أي ليس حقيقة جلية في حد ذاته، وبالتالي ليس قانوناً عاماً تم التوصل إليه مباشرة عن طريق الاستقراء من تعاليم التجربة، فقد بات واضحاً حسب لاغرانج (Lagrange) أنه: "لا يحق للفيزيائي أبداً أن يؤكد بشكل قاطع صحة مبدأ العطالة، ولا أن يجزم بخطئه لأننا لم نصادف حتى الآن أية ظاهرة (إذا تجاهلنا الظروف التي تتدخل فيها الإرادة الحرة للإنسان) تدعونا لبناء نظرية فيزيائية يستبعد منها هذا المبدأ" ²².

ولكن ريتشارد فاينمان (Feynman) لم يتردد بالحكم على مبدأ العطالة، حيث قال: "الحركة التي تحافظ على امتداد خط مستقيم على حركة بدأت مستقيمة، لا نعرف لها سببا. نحن لم ننتبين مطلقا لماذا تستمر الأشياء "دون عياء" إلى أجل غير مسمى. قانون العطالة ليس له أصل معروف"²³.

5.4- السمة اللا تجريبية لمبدأ العطالة

منذ مطلع القرن العشرين، بات مؤكدا أنه يتعذر إنجاز تجربة وفقا لقانون العطالة. ذلك ما قرره Planck (1916) و Becker (1954) و Bergmann (1990) و Nolting (2005) وغيرهم، ويعزي كولهو (Coelho)⁴ استحالة ذلك إلى تضارب مثل هذه التجربة مع قانون الجاذبية؛ إذ تحتاج التجربة الرامية إلى التحقق من حركة الجسم إلى بنية فضائية لتحديد موضع الجسم، إضافة إلى عداد وجهاز لتسجيل الحركة، وحيث أن الأجسام تتجاذب وفقا لقانون الجاذبية، فإن الجسم المرصود ليس حرا. لذلك فإن الشرط المعبر عنه في قانون العطالة غير محقق لانقفاء الجسم الحر. على كل حال جلبت هذه الصعوبة انتقادات للقانون، وتم اقتراح بعض التعديلات عليه، ومن ثم تم إدراجه في التدريس، ترجيحاً للأساس المفاهيمي على الأساس العملي للميكانيك العطالي. لذلك يخلص برايان إليس (Ellis) إلى أن "نقص الدعم التجريبي، في حالة قانون العطالة على الأقل، لم يكن مجرد ميزة عرضية، لأنه ما من عمل تجريبي يمكن أن ينشئ مبدأ للحركة الطبيعية، أو حتى أن يوفر الدعم الاستقرائي لمثل هذا المبدأ. سبب افتقار قانون العطالة إلى دعم تجريبي يعود إلى مفهومنا للقوة، فالقوى موجودة فقط لشرح الآثار، وحيث أننا نتمتع بحرية اختيار أي التغييرات نرغب في اعتبارها طبيعية (بمعنى أنها ليست آثارا)، فإن ذلك يعني أن القوى التي يتعين أن نقول إنها فعالة في الطبيعة تعتمد على الخيارات التي نتخذها فعلا"²⁴. لقد أظهرت دراسات عديدة أن مفهوم القوة يشكل هو الآخر معضلة في التدريس؛ فمفهوم القوة كعلة حقيقية للتسارع أفضى إلى مفهوم "القوة الوهمية" (fictitious force)، ونجد في الكتب المدرسية عموما أن للقوة الوهمية آثارا حقيقية، وهذا من المفارقات أن قضية وهمية لها آثار حقيقية! إن فعل القوى على الأجسام دفع الفيزيائيين لدراسة استجابة الأجسام للقوى، وبالتالي للتمييز بين الكتلة العطالية والكتلة الثقالية، وهذا التمييز شكّل بدوره بعض الصعوبات لدرجة أن تجارب دقيقة جدا لا تؤيد ذلك.

4-6 تساؤلات حول مبدأ العطالة

لا يخلو نص مبدأ العطالة من تساؤلات تفرض نفسها، نشير فيما يلي إلى نماذج منها:

يقصد الفيزيائيون بذلك أزلية الحركة المستقيمة المنتظمة، وليس هناك أزلية في الفيزياء، فكل حركة على الأرض لها بداية ونهاية. فما من حركة فيزيائية إلا ولها بداية، من دفعة أو قوة أو نحوها، أما الحركة منذ الأزل فخارج الفيزياء (ميتافيزيقا)، وإحاطها داخل الفيزياء لا يخلو من غموض. إن الحركة المستقيمة لا بد لها من بداية (ونهاية)؛ إذ لا وجود للانهاية في الفيزياء التي هي عالم القياس وعالم

أ) المحسوس المحدود، ومبتناها المشاهدة والتجريب. بخلاف الرياضيات والفلسفة التي مبتناها الفكر والعقل، إذ بوسع العقل أن يتجاوز ذلك بالتجريد. نعم، قد يبدو الأمر لا متناهايا ($L'indetermini$) بالنسبة إلينا، رغم أنه محدود أصلا ليس لانهايا ($L'infini$)!

الحركة الحرة هي حركة مستقيمة منتظمة، أيها الحساب التفاضلي، ومن ثم بدا للفيزيائيين أن الحركة الطبيعية هي الحركة المستقيمة.

ومن باب الإنصاف، فإن فهم الحركة . في تقديرنا . أرقى بكثير عند القدماء (أرسطو)، فأصل الحركة هي الرجوع إلى الغاية، وهو ما نؤيده في حالة الكواكب، حيث الحركة دائرية مثالية، تمتاز بدورة كاملة في كل شيء، فهي غائية، ومع ذلك نعترض على اعتبارها أبدية أزلية كما يعتقد أرسطو، وإنما هي السائدة والدائمة في الكون .

ب) ثم إن بعض الفيزيائيين جعلوا هذه الحركة المستقيمة المنتظمة رهينة بالجسم المعزول (أو الحر)، وهذا الأخير ضرب من الخيال أصلا عند الكثير من الفيزيائيين. فهذا هانسون (Hanson) يستخدم تعبيرا مجازيا فيقول: "إن طرح المزام حول مثل هذه الأجسام التي لا وجود لها، كتلك التي تبقى ساكنة أو متحركة بانتظام على مستقيم لا نهائي، تبدو إلى حد ما مثل المزام حول حوريات البحر" ²⁵، ويضيف ماثيوز (Matthews): "نحن لا نرى أبدا سلوكا خاليا من القوة في الطبيعة، ولا أن تقضي إليه التجربة. إذن فما هو مصدر ومبرر معرفتنا بأجسام خالية من القوى المؤثرة؟" ²⁶. الجواب نجده عند ستاشل (Stachel): "في حضور الجاذبية ينتقي التمييز بين الحركات القسرية والحركات الحرة" ²⁷، ولا يوجد مكان في الفضاء يخلو من الجاذبية ولو كانت مهمة (قانون الجذب العام).

ج) والفيزيائيون يسوون السكون بالحركة المستقيمة المنتظمة، وهذا لا يصلح؛ إذ لا يمكن أن نطابق بين حالة جسم ساكن وآخر متحرك بانتظام، لأن هذا الأخير ذو طاقة يفنقدها الأول. فعندما يقال: حركة المعلم العطالي المتحرك (S', O') بالنسبة إلى المعلم السكن (S, O) كحركة (S, O) بالنسبة إلى (S', O')، فهذه مغالطة؛ لأن المراقب O' مثلا يبدو عليه آثار الإرهاق واحمرار الوجه نتيجة التعب، بينما المراقب O العديم الحركة لا يعاني من ذلك ! ثم إن O' هنا له طاقة حركية قد يدمر بها، بينما لا يقوى O على ذلك. نعم كلاهما سواء في الرياضيات، لكن في الفيزياء من تحرك هو الذي يتعب. من هنا فإن تحويلات لورنز صحيحة رياضيا ودورها إيجابي، لكن لا واقع لها فيزيائيا، لأن الفيزياء هي دراسة الطبيعة في شكلها الجامد، والمعلم المتحرك ليس جمادا محضا بل له خصائص الأحياء تتجاوز الجماد وتخرج عن نطاق الفيزياء. ومن هنا اعترض توماس موريس على المفهوم الكارتيزي للعطالة قائلا: "عندما أجلس هادئا، ويبعد عني الآخر فرسحا حتى تعلو وجهه حمرة التعب، فهو الذي يتحرك وأنا الساكن" ²⁸.

ثم إن التحرك حسب أرسطو "هو التغير، هو السلوك (أو الكينونة) بشكل مغاير ومخالف. وهذا ما يستدعي من جهة شكلا من العلاقة يتصرف المتحرك بالنسبة إليها بشكل مغاير ومخالف. وهو ما يعني -

في حالة الحركة المحلية - نقطة ثابتة ينتقل المتحرك بالنسبة إليها، مبدأ إحداثيات مطلق، هو مركز الكون. وهذا ما يستلزم من جهة أخرى: كل تحول وكل صيرورة في حاجة لسبب يفسرها، كل حركة في حاجة إلى محرك يحدثها ويتعهدا إذا استمرت. في الحقيقة لا تستمر الحركة من تلقاء نفسها مثل السكون، فالسكون الذي هو حالة أو فقدان، لا حاجة له إلى سبب يفسر ديمومته (استمراره) والحركة التي هي صيرورة ومستجد أو تجدد مستمر أيضا، لا يمكنها الاستغناء عن هذا السبب. فإلغاء هذا السبب سيفضي إلى توقف الحركة "(20)". وهنا يعقب كويري بأن أرسطو محق تماما في هذا، فما من صيرورة (أو تطور) تصمد بالعطالة، وما دوام الحركة إلا لانفكاكها عن الصيرورة.

من هنا، فالكائن الذي سكونه وحركته سيان لا يختلفان عنده، هو كائن مستغن لا يفتقر إلى شيء. فهو منزّه عن الرغبة لأن كل شيء متوفر لديه من قبل، وليس هناك ما يكسبه من وراء الحركة أو عدمها. فهل يوجد مثل هذا الكائن حقا في الفضاء؟ هذا ما يستبعده ليبنز عندما حاول توضيح أنه "من المحتمل انتقاء وغياب أي شيء عاطل أو ذي موضع محدود في الفضاء، لأنه ما من شيء يتساوى سكونه مع حركته، وما من كائن غني عن كل شيء عند خلقه. [...] ويبدو أن الأوساط العلمية اليوم - في تقدير مارجكو (Marejko) - تميل إلى مقولة ليبنز وتنتقد كليا مفهوم الفضاء الغاليلي، لأن المعرفة الحقيقية في نظرهم " تنفي تصور الكائنات المشاهدة كأشياء من المراقبين المجريين، أي كأجساد بلا روح لا وجود لها إلا في حالة هامة" 29.

(د) مبدأ العطالة كما هو منصوص عند بعض الفيزيائيين يصح في الفراغ، لكن الحركة في الفراغ غير ممكنة عند أرسطو، بل ينفي الفراغ أصلا (من باب الحكمة). فهم يسمون بين الفضاء العادي وبين الفراغ، لذلك كانت قوانينهم في الفراغ ويلبسونها بالفضاء العادي.

لتوضيح ذلك دعنا نستذكر هنا ديناميك أرسطو بإيجاز: في كل جسم نزعة إلى شغل موضع طبيعي، وتوق إلى العودة إليه كلما أبعد عنه بقسر قاسر. هذا النزوع هو الذي يفسر حركته (الطبيعية)؛ حركة تحمله إلى موضعه (الطبيعي) وفق أقصر طريق وأسرعها، أي وفق خط مستقيم، وأن كل جسم يتجه نحو موضعه الطبيعي بأسرع ما يسمح به الوسط المحيط. وعلى العكس، إذا لم يعترضه عارض يوقفه، وإذا لم يبد الوسط أي مقاومة ضد حركته (كما هو الحال في الفراغ)، فسيحمله الوسط بسرعة لا نهائية. لذلك تبدو الحركة الآتية لأرسطو مستحيلة تماما بل هي من قبيل المحال. أما بخصوص الحركة القسرية، كالمقذوف مثلا، فالحركة في الفراغ ستكافئ حركة دون محرك وهذا ما ينفيه أرسطو؛ إذ أن الفراغ في الحقيقة ليس وسطا، ويتعذر عليه الاستقبال، ويتعذر فيه بالتالي نقل الحركة وصيانتها، ناهيك عن انتقاء المكان والاتجاهات المفضلة في الفراغ. فالجسم في الفراغ لا يعرف أين يتجه، ولا يملك مبررا للتحرك في اتجاه دون آخر، وبالتالي لا يتحرك أصلا.

لهذا لم يتردد كويري (Koyré) في الإعلان بصراحة: " ومرة أخرى يكون الصواب حليف أرسطو؛ فالفراغ (الفضاء الأقليدي) لا يتلاءم مع فكرة النظام الكوسمي؛ ففي الفراغ لا تنتفي في الحقيقة المواضع

الطبيعية فحسب، وإنما تنتفي المواضيع أصلاً. من هنا فإن مفهوم الفراغ لا يتلاءم مع مفهوم الحركة – الصيرورة، ولا مع مفهوم الحركة الجسمية الحقيقية. الفراغ ليس بشيء، ومن المحال وضع شيء في لا شيء. في الفضاء الهندسي لا يمكن وضع سوى الأجسام الهندسية، ولا يمكن وضع الأجسام الحقيقية. لذا يهيب بنا أرسطو أن نخلط بين الهندسة والفيزياء؛ فالفيزيائي يفكر في الواقع (كمياً)، والمختص بعلم الهندسة لا يتعامل إلا مع المجردات " 20 .

لا يكفي القول بأن مبدأ العطالة يقتضي عدم التمييز بين السكون والحركة، بل نضيف أيضاً بأن هذا المبدأ يجعل مفهوم الفضاء سخيلاً، لأنه لا معنى لهذا الفضاء إذا كانت الأجسام المتحركة فيه تكسب أو تفقد شيئاً ما. فبدون هذا الكسب، وبدون هذا الفقدان، تكون الحركة عطالية بالضرورة، فيتساوى في مثل هذه الحركة دوامها الأبدي مع عدمها. من هنا نفهم لماذا يشكل مفهوم الفضاء معضلة في الفيزياء الحديثة، ناهيك عن فيزياء نيوتن. فمنذ مطلع القرن العشرين سعت الفيزياء الحديثة يوماً بعد يوم لنفي الفضاء الغاليلي بصفة أو أخرى، ولعلها لم تدرك جيداً أن هذا النفي يعود إلى مبدأ العطالة !

هـ) هناك فرق بين قانون العطالة والحالة الخاصة من قانون نيوتن الثاني، عندما تتعدم محصلة القوى. في هذه الحالة الأخيرة توجد قوى يترتب عنها ثبوت سرعة الجسم المتأثر. أما قانون العطالة فينبئنا مع ذلك بما سيحدث عندما لا توجد قوى على الإطلاق. والتمييز بينهما واضح جداً من وجهة النظر التجريبية؛ فمن السهل العثور على حالات تتعدم فيها محصلة القوى التي تمارس على الجسم، لكنه من المستحيل أن نصمم تجربة مع جسم لا يتأثر بأية قوة.

و) قصر العطالة على الاتجاه الأفقي فقط: اعتبر جاليلي الكتلة بمثابة مقاومة لتغيير الحركة، وهو ما يتوافق مع تعريف نيوتن، لكنه حصر مبدأ العطالة في السطح الأفقي فقط. من الواضح أنه لا توجد قوة غير متوازنة في اتجاه الحركة المنتظمة عند حدوثها؛ فالحركة المنتظمة لأي جسم مادي يتم الحفاظ عليها ضمناً بسبب عطالة هذا الجسم، ومن هنا جاء الاسم التقليدي "قانون العطالة"، ويوافق قانون نيوتن الثاني على أن العطالة تمنع أي تسارع أو تباطؤ.

يتعارض قانون العطالة هذا مع الدوران المستمر، فحيث أن الجسم الدوار يغير اتجاهه باستمرار - كالأرض مثلاً - فحركته ليست منتظمة، وعليه فإن الدوران المنتظم لا يشمل قانون العطالة، حتى لو كانت العطالة هي التي تحافظ على ثبات الدوران.

للتوافق مع الطبيعة، انبرى الفيزيائيون لاختراع قانون آخر إلى جانب قانون العطالة، يتضمن السرعة الزاوية والدفع الزاوي وعطالة الدوران. من الواضح إذن أن عطالة الدوران لا علاقة لها بقانون العطالة.

نحن الآن أمام مفهومين مختلفين تماماً عن العطالة في الفيزياء. بيد أنه لا يمكننا أن نتخيل حقيقة العطالة إلا واحدة. بناءً عليه فإن ازدواجية العطالة في الفيزياء (قانون العطالة / عطالة الدوران) مستبعدة

في وحدة الطبيعة، وحيث أن العطالة هي أساس كل الفيزياء، فإن استناد الفيزياء الآن على ركيزتين مختلفتين يبدو أمراً مرفوضاً قد يعصف بوحدة الطبيعة.

فضلاً عن المفاهيم الرياضية للعطالة في الفيزياء فإن قانون العطالة يتعارض مع عطالة الدوران بسبب عنصر الاتجاه، وهناك مشكلة محيرة أكثر متجذرة في مفهومنا للعطالة؛ ففي مفهوم عطالة الدوران هذا لا يلعب الزمن أي دور، أي أن العطالة (وكذلك الكتلة) في الفيزياء مستقلان عن مفهومنا للزمن، ومع ذلك فمنذ اكتشاف أينشتاين أضى الزمان والمكان شيئاً واحداً (الزمكان)، وحيث أن الكتلة تحتل حيزاً من الفضاء، والعطالة لا تتفك عن الكتلة، فقد بات من الضروري - وفقاً لأفكار أينشتاين - أن تحتل الكتلة والعطالة فترة محددة. بيد أن الكتلة والعطالة ليستا كذلك، فكلاهما معرفتان بمعزل عن الزمن. إن غياب الزمن في مفهومنا للعطالة يحول دون فهمنا لهذا الجانب النوعي للطبيعة؛ فالسمة الخاملة جداً للعطالة، والتي برزت في قانون العطالة لنيوتن، والتي بدت معقولة حتى عهد أينشتاين، أضحت مجازفة مع ظهور الزمكان.

هكذا ينتهي صالس (Salles) إلى الخلاصة "مجل القول إذن أن العطالة اختراع بشري! وما يؤخذ على اختراع العطالة هو أنها فكرة تعوزها الضمانة الفيزيائية، والدليل على ذلك عدم وجود وحدة فيزيائية لقياس العطالة كما هو حال الكتلة والطاقة ونحوهما، وما تعذر قياسه فهو في خانة الوهم والخيال"³⁰.

(ز) في معرض القوى العطالية عند بركلي (Berkeley): "يقول غاليلي: (إن الجسم الذي لا يخضع لأية قوة له سرعة ثابتة). وهذا لا يصح إلا في معلم عطالي كما رأينا [...] قد يبدو هذا النص غامضاً؛ إذ كيف لنا أن نتأكد بأن الجسم بمنأى عن أية قوة مؤثرة؟ والمعروف أن القوى قد تؤثر على الجسم، لا بالتماس مع جسم آخر فحسب، بل وحتى وهو معزول. فالقوى الكهربائية وقوى الجاذبية قد تكون قوى يعتد بها (معتبرة) دون الحاجة إلى تواجد أجسام أخرى عن كذب (قرب). فلا يمكن البتة أن نتحقق من غياب أية قوة، بمجرد أنه لا يوجد أي جسم يلامس الجسم المعني أو يجاوره. غير أنه سيتعذر علينا وضع قوانين للحركة، تربط القوة بالتسارع، إذا لم نستطع الإقرار بمبدئياً بأن جسماً مرجعياً ما لا يخضع لأية قوة. سنكون في حاجة ماسة إلى معلم غير متسارع يتيح لنا قياس التسارع بالنسبة إليه، وأسلوب غاليلي في تحديد مثل هذا المعلم يفترض أن لدينا طريقة مستقلة في معرفة ما إذا كان المعلم لا يخضع لأية قوة. لكننا نجهل هذه الطريقة، لأن معيارنا في غياب القوة هو غياب التسارع، وهذا ما يستدعي بدوره معلماً نقيس فيه التسارع بالنسبة إليه، وهكذا نتورط في البرهان الدوري"³¹.

مبدأ العطالة إجمالاً هو نظرة فلسفية ليس أكثر، وهو مثال نموذجي على الطابع الوهمي للقوانين الفيزيائية ومضامينها الفلسفية. وقد عدّه وايتهد (Whitehead) البند الأول من عقيدة العلم. والعلم ليس صناعة، فهناك فرق بين العلم والتكنولوجيا (التي هي نتاج العلم وثمرته)، فما أكثر ما صرّحوا بنتائج

(ح) علمية على إثر تجارب فكرية، وهذا حيود عن المنهج العلمي.

ولعلنا لا نجانب الصواب إذا ادعينا أن كويري (Koyré) أمارت اللثام عن مسألة العطالة، عندما ذهب إلى أن رهان الفيزياء الحديثة في مقابل فيزياء أرسطو يكمن في رغبتها في " تفسير الواقع بالمستحيل"، وضرب لذلك مثلا بمبدأ العطالة: فلكي نفهم عطالة الحركة للأجسام التي نشاهدها في الحياة العادية (monde empirique) يطلب منا الكشف عن الوجه المثالي لحركة لا تخدم، ألا وهي الحركة "العطالية" التي لم يشاهدها أحد، والتي تبدو في حكم المستحيل. واليك ما كتبه بالضبط: " لا غرابة إذا وجدنا الأرسطي تعتريه الدهشة والنتية من هذا المجهود المذهل الذي يَبذل في سبيل تفسير الواقع بالمستحيل، أو بالأحرى تفسير الكائن الحقيقي بالكائن الرياضي. فمفهوم غاليلي للحركة (وللفضاء أيضا) يبدو لنا طبيعيا جدا لدرجة تجعلنا نعتقد أن قانون العطالة مستقى من التجربة المشاهدة، ومع ذلك من الواضح أن أحدا لم يشاهد مطلقا حركة عطالية، وذلك لسبب بسيط هو أن مثل هذه الحركة مستحيلة تماما ومطلقا. [...] لم نعد ندرك الطبيعة المتناقضة لقراره معالجة الميكانيك كفرع من الرياضيات، أي أن تحل عالما هندسيا (hypostasié) محل العالم الحقيقي من التجربة اليومية، وأن تفسر الحقيقي بالمستحيل²⁰. فالقوانين الفيزيائية الحقيقية، في الواقع، تتناقض مع المشاهدة ومع الحدس كذلك، بحيث تبدو في الغالب سخيفة لأول وهلة. ومن أجل فهمها، يجب أن لا نعتدّ بالمشاهدة المباشرة فحسب، وإنما نهى طريقة تسمح باكتشاف هذه القوانين.

نجد إذن في أعماق الفيزياء فكرة أن هناك عالمين متمايزين: عالم مصنوع من مفاهيم وقوانين رياضية، يسمح تنظيمها بفهم الظواهر الفيزيائية التي تحدث في العالم الثاني، وهو العالم التجريبي. تستدعي القوانين الفيزيائية إعادة التحقق من المشاهدة وإعادة تفسير الوقائع، لأن القوانين تبدو أحيانا على نقيض ما نشاهده (مثل سقوط الأجسام جميعا بنفس التسارع).

ولقد أجاد إتيان كلاين في محاضراته، عندما شبه تمثيل الفيزياء بصفة شكلية هزلية كمحاولة لاستئصال الزمن والموت من مجال اهتماماتها. وساق لهذا التمثيل حججا، منها ارتكاز الميكانيك على مبدأ العطالة الذي يجعل حركة الأجسام المادية بمنأى عن السلطة التنفيذية للحياة؛ بحكم أن العطالة هي العجز وا لقصور التام، هي عدم التغرّ، وهي أيضا تحييد الزمن وإصرار الحركة على البقاء على ما هي عليه. بخلاف الحياة فهي على نقيض ذلك تماما، لا تتفك عن الزمن والوسط.

إن العطالة في تقدير كلاين هي تعبير عن استئصال الزمن من الفيزياء، بحيث تصف عالما مستقلا عن الزمن (لا تاريخ له) أبعد ما يكون عن الكوسمولوجية! بمعنى أن مبدأ العطالة لا يفرق بين الماضي والمستقبل، غايته بناء تشريع للتحويلات (métamorphoses) يستند على مفاهيم لا تخضع للزمن، فكأن هذا المبدأ في حكم الخارج عن الكون إذا صح التعبير.

5- الخاتمة:

إن مبدأ العطالة (أو القانون الأول لنيوتن) هو قانون بالغ التعقيد وليس على الإطلاق قانونا معقولا تسلم به الفطرة السليمة، ولا هو غني عن التعريف، كما أنه من الصعب جدا أن نعرف الحركة في خط

مستقيم. لذا ما برح هذا القانون تلاحقه الانتقادات لأكثر من قرنين، انصب أغلبها على استحالة تحقيقه تجريبيا، وعلى "عنصره الميتافيزيقي" من عزو الحركة إلى الجسم ذاته.

إن ما يدعى "مبادئ" في الفيزياء ليست إلا فرضيات رياضية أسست بإحكام، أو هي في أحسن الأحوال قوانين بسيطة قد تكون أكثر عمومية من غيرها، لكن بأي حال من الأحوال لا ترقى إلى مستوى المبادئ الكونية الحقيقية والنواميس الطبيعية الثابتة قطعاً، تجربة وعقلاً. فمن باب التعسف إذن أن يقحم قانون العطالة في مصاف المبادئ الكونية، ويستدل به على استقلال الطبيعة عن كل القوى الخارجية.

لذلك لم يتردد كويري - كما ذكرنا آنفاً - في الإعلان بصراحة أن قانون العطالة ينطبق حصراً على الأجسام المجردة (الأرخميدية) في الفضاء الهندسي (الأقليدي)، وعندئذ يتوقف الفضاء عن أداء دور فيزيائي، وتكف الحركة عن التأثير على المتحركات، فتصبح الحركة والسكون سيان، وتصبح الحركة "حالة" مثل السكون تماماً، يمكنها أن تدوم من تلقاء نفسها إلى الأبد، دون حاجتنا إلى سبب يفسر هذا الفعل. هذا ما يستبعده ليبنز، لأنه ما من شيء يتساوى سكونه مع حركته، وليس هناك كائن غني عن كل شيء عند خلقه، فغداً من المحتمل انتفاء وغياب أي شيء عاطل أو محدود الموضع في الفضاء.

6- المراجع:

- [1] Amitabha Ghosh, *Origin of Inertia, Extended Mach's Principle and Cosmological Consequences*, Apeiron, Montreal, 2000, pp.9, 1.
- [2] سائر بصمه جي، تاريخ علم الميكانيك، دار الكتب العلمية، لبنان، 2015. ص330
- [3] Henri Poincaré, *La mécanique nouvelle*, Edition Jacques Gabay, Paris, 1989, p1.
- [4] Ricardo Lopes Coelho, *Conceptual Problems in the Foundations of Mechanics*, Sci & Educ 21, 2012, pp1339-1340, p1338, Doi 10.1007/s11191-010-9336-x.
- [5] Lazare Carnot, *Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement*, Imprimerie de Crapelet, Paris, 1803, pp. 51–52.
- [6] Paul Langevin, *L'Inertie de l'énergie et ses conséquences*, Journal de Physique Théorique et Appliquée. Volume 3, Numéro 1, 1913, p553, **Doi :** <https://doi.org/10.1051/jphystap:019130030055301>
- [7] Henry Kater, et le dr. Lardner, *Éléments de mécanique*, Librairie Scientifique-Industrielle, Éd.1842, Paris, p44, p36.
- [8] Yuri Dunaev, *What is inertia*, General Science Journal, 2010, p1, le 28/06/2010, sur le site : <http://www.gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers/View/1715>
- [9] Schaefer, C., *Einführung in die Theoretische Physik*, de Gruyter, 6th edn, Vol 1, 1962, Berlin
- [10] Ricardo Lopes Coelho, *The Law of Inertia: How Understanding its History can Improve Physics Teaching*, Science & Education, 2007, 16:955_974, p957, DOI 10.1007/s11191-006-9042-x
- [11] Becker, R.A., *Introduction to Theoretical Mechanics*, McGraw-Hill, 1954, New York, London, Toronto. p24.
- [12] Isaac Newton, trad par Emilie du Chatelet (1756), *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, T1, Jaques Gabay, Paris, 1990, p17.
- [13] Henri. Poincaré, *La Science et l'hypothèse*, Ch6, *Principe d'Inertie*, ed. Ebooks libres et gratuits, 1902, p95.
- [14] Robert Paris, *Les principes de la physique, ou quand la science ne peut pas encore prouver ni expliquer rationnellement ce qu'elle avance....*, Publié le 12/12/2014, sur le site : <https://www.matierevolution.fr/spip.php?article3481>
- [15] William L. Hine, *Inertia and Scientific Law in Sixteenth-Century Commentaries on Lucretius*, Renaissance Quarterly, Vol. 48, No. 4, 1995 pp.728-741.
- [16] علي بن محمد الجرجاني، معجم التعريفات، تحقيق محمد صديق منشاي، دار الفضيلة، القاهرة، 2004، حرف الميم، ص165.
- [17] Jean-Jack Micalet, *Les nouveaux principes de physique et de métaphysique*, Publié le 02/12/2009, sur le site : <http://lesnouveauxprincipes.fr/>
- [18] René Guénon, *Les principes du calcul infinitésimal*, Gallimard, 1946. pp104-105
- [19] B. S. Sadykov, *About a physical nature of inertia and its relation to gravitation*, Part I, Russian Physics Journal, Vol. 49, No. 7, 2006, pp720-726, p720.
- [20] Alexandre Koyré, *Études galiléennes*, Hermann, Paris, 1980, pp. 78,79, 22, 23.
- [21] Henri Bergson, *Durée et simultanéité*, édition numérique: Pierre Hidalgo, La Gaya Scienza, 2011, p171-172.
- [22] Reginald Garrigou-Lagrange, *God, His Existence & His Nature – Appendix I :Note on the Validity of the Principles of Inertia and Conservation of Energy*, Herder book, London, 1949, p.447, p.450.
- [23] Richard Feynman, *La nature de la physique*, 1980.

-
- [24] Brian Ellis, *The Origin and Nature of Newton's Laws of Motion, Beyond the Edge of Certainty*, ed. R. G. Colodny (Englewood Cliffs), 1965, p65.
- [25] Norwood Russell Hanson, *The Law of Inertia: A Philosopher's Touchstone*, Philosophy of Science 30, 107-121, 1963, p118.
- [26] Michael Robert Matthews, *Teaching the philosophical and worldviews components of science*. Science & Education, 18, 2009, pp.697-728, p706.
- [27] John Stachel, *Development of the concepts of space, time and space-time from Newton to Einstein*. In A. Ashtekar (Ed.), 100 years of relativity/space-time structure: Einstein and beyond (pp. 3–36). Singapore: World Scientific, 2005, p24.
- [28] Emile Meyerson, *La déduction relativiste*, Payot, Paris, 1923, p42.
- [29] Jan Marejko, *Dix Médiations Sur l'Espace et le Mouvement*, L'Age d'Home - Amers, 1994, pp169-170.
- [30] Henri Salles, *Inertia is not a physical entity*, 2019, website : <http://infinite-present.info/inertia-is-not.php>
- [31] Berkeley, *Cours de physique, Mécanique*, T1, Armand Colin, Paris, 1977, pp61-62.