الفيزياء الرياضية عند ديكارت: بين الاستنباط الميتافيزيقي والتجربة الرياضية

Descartes' Mathematical Physics: Between Metaphysical Deduction and Mathematical Experiment

د. بدر غنمات: أستاذ التعليم العالي للفلسفة الحديثة، المدرسة العليا للأساتذة، جامعة مولاي إسماعيل، مكناس، المغرب.

***Dr. Badr Ghanmate**: Teacher of Higher Education in Modern Philosophy, École Normale Supérieure, Moulay Ismail University, Meknes, Morocco.*

Email: ghanmatebadr@gmail.com

DOI https://doi.org/10.56989/benkj.v6i7.1969

تاريخ الاستلام: 2026-06-01 تاريخ القبول: 2026-06-19 تاريخ النشر 2026-07-01

الملخص:

تتناول هذه الدراسة طبيعة الفيزياء الرياضية عند ديكارت من خلال تحليل العلاقة التي أقامها بين الرياضيات والفيزياء في سياق التحولات العلمية بالقرن السابع عشر. نظر ديكارت إلى الرياضيات كنموذج للمعرفة اليقينية، وسعى لتوظيفها في تفسير الظواهر الطبيعية، معتمدًا على الاستنباط والتجربة ضمن أسس آلية وميتافيزيقية. يُظهر البحث أن ديكارت أسس فيزياءه على مبادئ الفلسفة الأولى (الكوجيتو، السببية، وضوح الأفكار)، مفضلاً الأفكار الفطرية على التجربة، مما يميزه عن غاليلي الذي قدم فيزياء رياضية مستقلة عن الميتافيزيقا. كما كشفت الدراسة أن اليقين العقلي لدى ديكارت كان أساس الحقيقة الفيزيائية، مما أدى إلى انسجام داخلي في نسقه على حساب الدقة التجريبية. يخلص البحث إلى أن ديكارت كان مفكرًا انتقاليًا جمع بين إرث الفلسفة المدرسية ونزعة الحداثة الرياضية، وأن مشروعه أسهم في ترسيخ الفيزياء الرياضية كأحد مرتكزات العلم الحديث، رغم ما صاحبه من تحديات أمام تطور العلم التجريبي لاحقًا.

الكلمات المفتاحية: الفيزياء الرياضية، ديكارت، الرياضيات، التجربة، الحركة، الأفكار الفطرية.

Abstract:

This study analyzes the nature of Descartes' mathematical physics by examining the relationship he established between mathematics and physics during the scientific transformations of the 17th century. Descartes considered mathematics a model of certain knowledge and sought to use it in interpreting natural phenomena through deduction and experience within mechanistic and metaphysical frameworks. The research demonstrates that Descartes grounded his physics in first philosophy principles (cogito, causality, clarity of ideas), prioritizing innate ideas over experience—a key distinction from Galileo, who developed a mathematical physics independent of metaphysics. The study also reveals that rational certainty served as the foundation of physical truth for Descartes, resulting in internal coherence at the expense of empirical precision. The research concludes that Descartes was a transitional figure who bridged scholastic philosophy and mathematical modernity, and that his project helped establish mathematical physics as a cornerstone of modern science, despite the challenges it later posed to the development of experimental science.

Keywords: Mathematical physics, Descartes, mathematics, experiment, motion, innate ideas.

المقدمة:

عجزت الفيزياء القديمة، أو فلسفة الطبيعة كما كانت تسمى عند القدماء، عن حل مشكلات فيزيائية عديدة، فانهارت شيئا فشيئا حتى قضت نحبها. وهذا ما يشير إليه "ألكسندر كويري" بقوله: "الفيزياء التقليدية ماتت في نظر "ديكارت"، بل دفنت، ولم نعد ننشغل بها. وما علينا فعله، وهو ما سيحاول "ديكارت" القيام به بهدوء، هو تعويضها، أي تأسيس فيزياء جديدة"[1]. لقد حلت الفيزياء الرياضية محل الفيزياء التقليدية، حيث قام "ديكارت" بتعويض المنهج الكيفي بالمنهج الكمي، واستخدم نوعا جديدا من الحساب أصبحت معه المناهج العلمية أكثر دقة وتحكما في متغيرات الظواهر المدروسة. ومن دون شك، كانت مساهمة "ديكارت" و"غاليلي" في القرن السابع عشر مؤثرة، لاسيما حينما ربطا البحث في الطبيعة بعمليات حسابية كشفت عن البنية الرياضية للظواهر الفيزيائية.

نحاول في الدراسة الكشف عن طبيعة الفيزياء الرياضية عند "ديكارت"، وتحديد ما يميزها عن فيزياء "أرسطو" من جهة، وفيزياء "غاليلي" من جهة أخرى. ولما كانت فيزياء "ديكارت" هي موضوع المقال، فإننا سنكتفي بالكشف عن طبيعتها بمقارنتها بما قدمه "غاليلي" و"أرسطو" في فلسفتهما الطبيعية. وبالرغم من أن فيزياء "ديكارت" أقرب إلى فيزياء "غاليلي" منها إلى فيزياء "أرسطو"، فإن الرجلين يختلفان في رؤيتهما لطبيعة هذا العلم. ولهذا نتساءل: ما الذي يميز فيزياء "ديكارت" عن فيزياء "غاليلي" الرياضية؟

يمكن الجزم بأن القرن السابع عشر هو عصر اكتشاف الفيزياء الرياضية، حيث أراد "ديكارت" للمنهج الرياضي أن يمتد إلى كل المسائل مهما اختلفت، بما في ذلك الفيزياء. أي أن فيلسوف الكوجيتو لم يكن غريبا عن تلك الحركة الفكرية السائدة آنذاك، والتي سميت بترييض الطبيعة، لاسيما وأنه قدم رؤية آلية جعلت إمكانية التعبير عن قوانين الطبيعة بصيغة رياضية أمرا ممكنا.

بالرغم من ميل "ديكارت" إلى استخدام الرياضيات لحل المعضلات الفيزيائية، فإنه لم يعمل على حل تلك المعضلات بطريقة "غاليليو غاليلي" ذاتها، الذي عمد إلى صياغة قانون سقوط الأجسام في علاقة عددية تتناسب فيها سرعة السقوط مع مربع المسافة. على عكس فيزياء "ديكارت" التي تكاد تكون خالية من الصيغ الرياضية، مع استثناءات قليلة كاستعماله لبعض الاستدلالات الرياضية في مبحث البصريات حول مسائل انعكاس الضوء وانكساره، والآثار العلوية كظاهرة قوس قزح. كما استخدم بعض الاستدلالات الرياضية في كتاباته الأولى، لاسيما تلك التي تم توجيهها إلى "بيكمان"،

[1] كويري، ألكسندر. (2008). دراسات غاليلية (ترجمة: يوسف بن عثمان). تونس: المركز الوطني للترجمة، دار سيناترا، ص392.

غير أنه لا يوجد في كتاب "العالم" ولا في كتاب "مبادئ الفلسفة" عملية حسابية واحدة، ولا معادلة جبرية، ولا استدلال هندسي.

استنادا إلى ما سبق، يمكن وصف علم الفيزياء عند "ديكارت" بأنها حكاية عن الطبيعة، خالية من كل استدلال رياضي. ففي كتاب "مبادئ الفلسفة" يصف "ديكارت" بواسطة اللغة الطبيعية، ودون علاقات رياضية أو حتى معادلات جبرية، كيف أن الكواكب تدور حول الشمس داخل دوامة، دون أن يقدم شكل المدار كما فعل "كبلر". والشيء نفسه نجده في ذات العمل، حيث قدم "ديكارت" دراسة حول المغناطيس من غير تحديد كمي لقوة الجذب. وعليه، ففيزياء المبادئ لم تتضمن سوى الكلمات، وهي مجردة تماما من أي صيغة رياضية.

مشكلة الدراسة:

تندرج هذه الدراسة ضمن تاريخ تشكل الفيزياء الرياضية خلال القرن السابع عشر، وتسعى إلى بحث الكيفية التي أعاد بها "ديكارت" بناء المعرفة الفيزيائية على أسس رياضية وآلية جديدة، وذلك من خلال الوقوف على طبيعة الفيزياء الديكارتية وموقعها بين الفيزياء الأرسطية التقليدية والفيزياء الغاليلية الحديثة. ومن ثم تتحدد إشكالية الدراسة في السؤال الآتي: كيف أسهم المشروع الديكارتي في تأسيس الفيزياء الرياضية الحديثة؟ وما الخصائص التي تميز تصوره للفيزياء عن كل من التصور الأرسطي والتصور الغاليلي للطبيعة؟

منهج الدراسة:

تعتمد الدراسة المنهج التاريخي التحليلي المقارن، من خلال تتبع نشأة الفيزياء الرياضية في سياق الثورة العلمية الحديثة، وتحليل النصوص الديكارتية المتعلقة بالطبيعة والحركة والمنهج، ثم مقارنتها بالتصورات الفيزيائية عند "أرسطو" و"غاليلي" للكشف عن عناصر الاستمرار والقطيعة في تاريخ الفكر العلمي.

أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى الكشف عن طبيعة الفيزياء الرياضية في الفكر الديكارتي، وإبراز الدور الذي اضطلعت به الرياضيات في إعادة بناء المعرفة الفيزيائية خلال القرن السابع عشر، مع تحليل مكانة كل من التجربة والاستنباط في تأسيس العلم عند "ديكارت". كما تسعى إلى بيان الأسس الميتافيزيقية والآلية التي قامت عليها الفيزياء الديكارتية، وتحديد أوجه الاختلاف بينها وبين كل من الفيزياء الأرسطية والفيزياء الغاليلية، وصولاً إلى إبراز إسهام "ديكارت" في التحول التاريخي الذي شهدته المعرفة العلمية الحديثة، والانتقال من فلسفة الطبيعة التقليدية إلى الفيزياء الرياضية الحديثة.

أهمية الدراسة:

تكتسب الدراسة أهميتها من تناولها إحدى اللحظات الحاسمة في تاريخ العلوم، والمتمثلة في الانتقال من الفيزياء الكيفية الأرسطية إلى الفيزياء الرياضية الحديثة. كما تسهم في توضيح الدور الذي أداه "ديكارت" في ترسيخ التصور الآلي للطبيعة، وإرساء الأسس النظرية التي جعلت من الرياضيات لغة لفهم الظواهر الفيزيائية وقوانينها، وهو ما شكل أحد المرتكزات الأساسية للعلم الحديث.

أولا: التجربة والفيزياء الرياضية

1) مكانة التجربة في بناء العلم الديكارتي بين الإقرار والحدود

اختلف دارسو العلم الديكارتي حول طبيعة الفيزياء عند فيلسوف الكوجيطو: هل هي تولي أهمية كبرى للملاحظة والتجربة، أم أنها فيزياء استنباطية تحدد بشكل قبلي مبادئ العلم وقوانينه؟

لا يترك القسم السادس من كتاب "مقال في المنهج" مجالا للشك في أن "ديكارت" كان يميل إلى إجراء التجربة في بناء العلم. وفي هذا الصدد، دعا العلماء إلى التعاون فيما بينهم للقيام بتجارب، قائلا: "أدعو العقول النيرة (...) للمشاركة في التجارب التي يجب القيام بها، كل حسب ميله وقدرته"[1]. وأضاف كذلك: "لاحظت فيما يخص التجارب أنه بقدر ما كانت المعرفة أكثر تقدما، كانت حاجتنا إلى التجارب أكبر". لكنه، حتى وإن استندنا إلى هذه الأقوال، لا يمكن الجزم بأن "ديكارت" قد قدم علم الفيزياء باعتباره علما تجريبيا، لأن الالتجاء إلى التجربة كان فقط للتحقق من صدق نتائج العلم النظرية. أي الاعتماد على العقل باستخدام المبادئ الفطرية، والذهاب إلى التجربة باعتبارها أثرا، وذلك بالبحث عن الصلات التي تربط هذا الأثر بالمبادئ[2]، مستخدما مبدأ السببية لتفسير الوقائع. ففي العقل توجد بالقوة كل حقائق الفيزياء، وبالإمكان استخلاصها من الفكر وحده دون إهمال للتجربة، التي يتم الالتجاء إليها فقط لدعم اختيار التفسير الأكثر دقة من بين إمكانات عديدة. وكأن التجربة هي من يدفع إلى اختيار أفضل السبل المؤدية إلى كشف الحقيقة العلمية.

أراد "ديكارت" أن يعرف ماهية الأجسام الواقعية الموجودة في العالم، ولهذا نجده يهتم بدراسة الظواهر الجوية مثل قوس قزح والهواء، ثم الكواكب مثل الشمس والقمر. إن معرفة وجود الشمس

---

[1]- Discours de la méthode, œuvres philosophiques de Descartes, Edition de F. Alquié, Granier Frères, Paris, 1963, Tome I, P :635.

* بيكمان: كان إسحاق بيكمان (1588–1637) رياضياتيا وفيزيائيا وطبيبا وفيلسوفا، وكان مطلعا على الأبحاث التي كانت تُنجز حول تربيض الطبيعة والنزعة الآلية في دراسة المسائل الفيزيائية خلال القرن السابع عشر. وقد شكل لقاؤه بديكارت سنة 1618 في بريدا حدثا مهما في تاريخ العلم، لأنه دفع فيلسوف الكوجيتو إلى الاهتمام بالفيزياء الرياضية.

[2]- Ibid, P: 271.

والقمر والكواكب لن تكون ممكنة إلا عن طريق الحواس. فالحواس تسمح بمعرفة أن هناك أشياء، ولا تسمح بمعرفة ماهيتها. أي أن معرفة الشيء لا يمكن أن تكون إلا عبر الإحساس، وهذا وحده مقترن بالتجربة. وهكذا، فالتجربة قد أعيد إدخالها إلى عالم الفيزياء. ولهذا لجأ "ديكارت" مرات عديدة إلى التجربة للحكم على صدق اكتشافاته، متجاوزًا الدور المحدود الذي منحه لها في مؤلفاته الأولى، والتي جعلها تسمح لنا باختيار الطرق الاستنباطية بين سلاسل الأسباب الممكنة استخدامها بتساو[1]. وعليه، فالفيزياء الديكارتية لا يمكن أن تكون فيزياء تجريبية، لأن ليس للتجربة إلا دور ترجيح الفرضيات المناسبة لتفسير ظواهر الطبيعة التي يُراد دراستها. ومع ذلك، فإن للتجربة دورًا هامًا في بناء العلم الديكارتي، لأن "سلاسل الأسباب العلمية ذاتها لم تبتكر إلا لرد الاعتبار للتجربة"[2]، إذ إن وقائع التجربة يجب أن تثبت ما تذهب إليه حقائق العلم، لأنه "من البديهي جدًا في الواقع أنه إذا لم تكن لدينا تجربة، وإذا لم تعمل التجربة على جعلنا نرى الشمس وقوس قزح، لن يتأسس العلم الفيزيائي". إن فيزياء "ديكارت" هي فيزياء قبلية، لأن النظرية تسبق الواقعة. ولهذا يجب التأكيد على أن التجربة التلقائية للحس المشترك لم يكن لها أي أهمية في بناء المعرفة العلمية، فكانت عائقًا في تأسيس الفيزياء عند "ديكارت"، على خلاف فيزياء "أرسطو" التي هي أقرب إلى الحس المشترك والتجربة اليومية. ولهذا يقول "ألكسندر كويري" إن "التجربة غير نافعة، لأنه قبل كل تجربة نمتلك مسبقًا المعرفة التي نبحث عنها"[3]. وعليه، فإن الفيزياء الديكارتية فيزياء نظرية، لأن "ديكارت" يقوم ببناء فرضيات قبل إجراء أي تجربة. ولهذا فهي فيزياء قبلية تستند إلى مبادئ فطرية تُستنبط منها حقائق الأشياء المادية.

2) الفيزياء القبلية عند ديكارت: أسبقية النظرية على الواقعة

أسس "ديكارت" فيزياء استنباطية، وأعاد بناء العالم اعتمادا على فكره الخاص. أي أنه شكل قبليا تصوره لذلك العالم، وهو بذلك قد "استعمل المنهج القبلي في اختيار مبادئ الطبيعة"[4].

استطاع "ديكارت" تأسيس فيزيائه دون أن يلجأ إلى التجربة كأساس للعلم، فاعتمد على الاستدلال النظري المفضي إلى بناء عالم قوامه الشكل والحركة، مما جعل قوانين الهندسة هي نفسها قوانين الطبيعة. أما "غاليلي" فقد تجسدت عبقريته في قدرته على صياغة الفرضية التي يتطابق فيها التنبؤ بالتجربة، حيث "لا يبحث "غاليلي" في المعطيات التجريبية عن أساس لنظريته، فهو يعلم جيدا

[1]- Alquié, F. (2005). Leçons sur Descartes. Paris: La Table Ronde. p. 271.
[2]-Belaval, Y. (1960). Leibniz critique de Descartes. Paris: Gallimard, p. 457.
[3]- Descartes, R. (1963). Discours de la méthode (Tome I). In F. Alquié (Ed.), Classiques Granier frères. Paris: Granier frères, p. 587.
[4]- Koyré, A. (1960). Études d'histoire de la pensée scientifique. Paris: Gallimard, p. 457.

أن هذا مستحيل"[1]. مدركا أن التجربة تجري في ظروف واقعية في الهواء وليس في الفراغ، ولهذا لا يمكن استخلاص النتائج المتوقعة عبر تحليل الوضعيات المجردة. وعليه يؤكد "كويري" على أن "الوضعية المجردة هي وضعية مفترضة"، لأن التجربة ليست بالضرورة واقعية. وأن الأسبقية للفكر الذي يفترض وضعيات لا توجد بالضرورة في الواقع، حيث تعمل على توجيه العقل إلى إدراك حقائق الأشياء عبر التجربة. أي أن "التجربة عليها أن تؤكد أن هذه الفرضية صحيحة"، ذلك لأن الفكر الخالص وليس التجربة هو أساس العلم الجديد الذي أسسه "غاليلي". وعليه يشير "كويري" بوضوح كبير: "هكذا نناقش المثال الشهير للكرة الساقطة من أعلى صاري سفينة متحركة، حيث يفسر "غاليلي" طويلا مبدأ النسبية الفيزيائية للحركة، والفرق بين حركة الجسم بالنسبة إلى الأرض وحركته بالنسبة إلى السفينة. ثم من دون إجراء أي تجربة، يستنتج أن حركة الكرة بالنسبة للسفينة لا تتغير مع حركة هذه الأخيرة. والأكثر من هذا، عندما يسأله خصمه الأرسطي الممتلئ بالروح الإمبريقية: هل أجريت التجربة؟ يجيب "غاليلي" بثقة كبيرة: كلا، ولست في حاجة لإجرائها، وأستطيع أن أجزم من دون تجربة أن الأمر يحدث هكذا، لأنه لا يمكن أن يكون على نحو آخر"[2].

لم يختلف "غاليلي" عن "ديكارت" في أن بناء العلم يكون قبل الالتجاء إلى التجربة. ولهذا يقول "كويري": "تتشكل الفيزياء الصحيحة قبليا، فالنظرية تسبق الواقعة، والتجربة غير نافعة، لأنه قبل أي تجربة نمتلك مسبقا المعرفة التي نبحث عنها"[3]. ولهذا فقوانين الحركة هي قوانين رياضية عند "غاليلي"، لها نفس طبيعة القوانين التي تحكم العلاقات بين الأشكال والأعداد، يتم اكتشافها في الفكر وليس في الواقع. حيث إنه يقول لمحاوره الأرسطي: "إننا قادرون على منح أدلة رياضية خالصة عن قضايا تصف علامات الحركة، وتطوير لغة العلم الطبيعي ومساءلة الطبيعة عبر تجارب مبنية بطريقة رياضية، وقراءة الكتاب الأكبر للطبيعة الذي كتب بحروف هندسية"[4]. ولهذا استبدل "غاليلي" عالم الكيف والتجربة اليومية بعالم مجرد من الأعداد والأشكال الهندسية. وهو ما عبر عنه "كويري" قائلا: "لأجل هذا كان "غاليلي" ملزما -وكذلك "ديكارت"- على التخلي عن العالم الكيفي للإدراك الحسي والتجربة اليومية، واستبداله بعالم "أرخميدس" المجرد من أي لون"[5].

---

[1]- Koyré, A. (1980). Études galiléennes. Paris: Hermann, p. 155.

[2]. "بدر غنمات" (مترجم). (2020). "غاليلي" والثورة العلمية في القرن السابع عشر. مجلة "آفاق للتربية والتكوين" (العدد الرابع)، مكناس، ص97.

[3]. المرجع نفسه.

[4]. المرجع نفسه.

[5]. المرجع نفسه.

ومع ذلك، لعبت التجربة دورا هاما في بناء العلم الحديث. تلك التجربة التي تُبنى ذهنيا، وليست التجربة التلقائية للحس المشترك الذي كان له دور العائق في تأسيس فيزياء "غاليلي" المضادة للفيزياء الأرسطية.

ليست التجربة، وإنما التجريب هو الذي لعب بعد "غاليلي" دورا هاما. فأهميته تتجسد في المساءلة المنهجية للطبيعة، وهذه المساءلة تتطلب لغة تصاغ منها الأسئلة. تلك اللغة هي الأعداد والأشكال، أي اللغة الرياضية.

إن الفكرة تسبق الواقعة، وهي من توجه عالم فلورنسا. حيث "لا ينطلق "غاليلي" مثل "ديكارت" من نزعة آلية سببية بغية ترجمتها بعد ذلك إلى علاقة هندسية خالصة (...) بل ينطلق من فكرة يتصورها سلفا، وهي من دون شك تشكل أساس فلسفته في الطبيعة. الواقع يتجسد في الرياضي"[1]. أي أن عالم الفيزياء يوجه نظره إلى البنية الرياضية للقوانين الفيزيائية. "وقراءة الكتاب الأكبر للطبيعة الذي كتب بحروف هندسية"[2].

لا تجيب الطبيعة إلا عن أسئلة تطرح بلغة رياضية، لأنها تستجيب للقياس والنظام فقط. وإذا قادت التجربة الاستدلال، فإنه وراء التجربة سؤال صحيح، لأن الطبيعة تكشف عن ماهيتها للعقل وحده.

سواء أكانت الفيزياء الرياضية عند "غاليلي" أو في شكلها الديكارتي، فهي انبنت على مفاهيم وتصورات جديدة مختلفة عن تلك التي للفيزياء الأرسطية. ولهذا كان على "ديكارت" و"غاليلي" هدم الإطار النظري للعلم الأرسطي، وبناء تصور جديد يضع الرياضيات في قلب البحث عن حلول للمشكلات الفيزيائية.

من الشائع أن فلسفة الطبيعة عند "أرسطو" تستند إلى الإدراك الحسي والحس المشترك غير القابلين للتكميم، ولهذا لا يمكن تأسيس فيزياء رياضية بسبب عدم تجانس المعطيات الحسية مع الصيغ الرياضية. وعليه، تستند الفيزياء الأرسطية مباشرة على التجربة التي تكشف عن نفسها بكيفيات مختلفة تمنع أن تكون للرياضيات دورا أساسيا في دراسة موضوعات الطبيعة وظواهرها. ولهذا "يظهر العلم الغاليلي والفلسفة الغاليلية للطبيعة، بالنسبة لمعاصري وتلامذة "غاليلي"، ول "غاليلي" ذاته، وكأنه عودة إلى "أفلاطون"، وانتصار ل "أفلاطون" على "أرسطو""[3].

[1]- Koyré, A. (1980). Études galiléennes. Paris: Hermann, p. 155.

[2] – غاليلي والثورة العلمية في القرن السابع عشر، ص97.

[3] – المصدر السابق، ص98.

لا يتعلق الأمر هنا بطبيعة اليقين الخاص بالاستدلالات الرياضية، بل بطبيعة الوجود المادي. لأن "المدرسيين" يعتقدون أن الكيف، مثل الصورة، لما كانا غير قابلين للتكميم، فلا يمكن أن يعبر عنهما بحدود رياضية. ولهذا، فإن كل محاولة لدراسة الطبيعة وظواهرها وفق منهج هندسي ستؤدي حتما إلى الفشل، لأن دقة الحسابات العددية والأشكال الهندسية لا تتطابق مع التغير والتنوع الذي يتميز به الوجود المحدد كيفيا والمنظم تراتبيا.

"وعليه، عندما تُعالج المشكلات المحسوسة للفيزياء، يجب دائما الأخذ بعين الاعتبار نظام العالم، والنظر إلى منطقة الكائن ـ المكان الطبيعي ـ التي ينتمي إليها الجسم بطبيعته. هكذا، مثلا، فالأجسام الأرضية تتحرك في خط مستقيم، والأجسام السماوية في دوائر، والأجسام الثقيلة تنزل، في حين أن الأجسام الخفيفة تصعد. هذه الحركات ركات طبيعية. وبالمقابل، ليس طبيعيا بالنسبة لجسم ثقيل أن يصعد، أو بالنسبة لجسم خفيف أن ينزل، إلا عبر عنف فقط يمكننا تسليطه على هذه الحركات"[1].

3) غاليلي والتجربة الذهنية: دور الفكر الخالص في تأسيس العلم الحديث

أسس "ديكارت" فيزياءه الجديدة، فيزياء الأفكار الواضحة والمتميزة التي لا تستند إلى الكيفيات الحسية، مستبعدًا الصور الجوهرية، ومقدمًا تصورًا خاصًا للعالم. حيث أعاد بناءه وفق قوانين فيزيائية تتلاءم وطبيعة المادة التي يتألف منها، ليجعلها عاطلة من دون ميل لأي حركة.

لم يقبل "ديكارت" بتصور "أرسطو" الذي أخذ بأربعة أنواع للحركة: الاستحالة، الزيادة، النقصان، والحركة المكانية. ولم يبق إلا على الحركة المكانية، لأنها قابلة للترييض والتكميم والتعبير عنها عدديا، على خلاف الاستحالة أو الزيادة أو النقصان، التي هي تغيرات كيفية يمتنع تقنينها في قواعد كمية. وعليه، فالتغير الذي أبقى عليه "ديكارت" هو تغير موقع الجسم في المكان، أي انتقال الجسم من موقع إلى آخر. وهو ما أدى إلى هدم فكرة أساس في الفلسفة الطبيعية عند "أرسطو"، وهي أن الجسم بطبيعته ينبغي أن يكون في حيزه الطبيعي. واعتبر فيلسوف الكوجيطو أن "كل جسم يميل إلى الاستمرار في حركته على خط مستقيم". وهو ما سيشكل مبدأ العطالة الذي أصبح فيما بعد أساسًا نظريًا للفيزياء الحديثة برمتها.

لم يتبع "ديكارت" الحركة الدائرية مثلما فعل القدماء، بل أخذ بالحركة المستقيمة لأسباب رياضية تجسدت في بساطتها مقارنة بالحركة الدائرية، لاعتبار خاص بالهندسة التحليلية، لأن المعادلة الجبرية للمستقيم أبسط من تلك التي للدائرة. ولهذا أكد "بيير غونينسيا" أن "الحركة المستقيمة هي

[1]– المصدر السابق، ص91–92.

الأكثر بساطة، لأنها تدخل في تركيب كل الحركات الأخرى دون أن تكون هي ذاتها مركبة"[1]، بساطة الحركة تجعل عالم "ديكارت" لا محدود في فضاء هندسي إقليدي، تختلط فيه قوانين الهندسة وقوانين الطبيعة، لأن قوانين الطبيعة هي قوانين الهندسة ذاتها. ولهذا أكد في رسالة موجهة إلى الأب "ميرسين" مؤرخة يوم 27 يوليوز عام 1638 على أن "فيزيائه برمتها ما هي إلا علم الهندسة"[2].

أدرك "ديكارت" و"غاليلي" أن الظواهر الفيزيائية يجب أن تختزل إلى عدد وشكل وحركة، وتعويض عالم التجربة اليومي الواقي بعالم هندسي. وأضحت الحركة انتقالا هندسيا خالصا من نقطة إلى أخرى.

كان على العلماء والفلاسفة في العصر الحديث أن يختاروا نهج "أرسطو" والحس المشترك، أو نهج "أفلاطون" والمنهج الرياضي. أي كان عليهم أن يختاروا بين التفكير والتخيل. "التفكير مع "غاليلي" أو التخيل مع الحس المشترك، ذلك لأن التفكير والتفكير الخالص (...) وليس التجربة أو إدراك الحواس هو أساس العلم الجديد مع "غاليليو غاليلي"[3].

ثانيا: الرياضيات والفيزياء

1) تمديد الاستعمال الرياضي ليشمل مجموع الفيزياء: من البصريات إلى الميكانيكا

لم يكن "ديكارت" أول من استخدم العلم الرياضي في دراسة بعض الظواهر، لكن "ديكارت - وليس "برونو" أو "غاليلي" - هو من صاغ بوضوح وتميز مبادئ العلم الجديد والكوسمولوجيا الرياضية الجديدة"[4]. للقدماء في علم الفلك استخدام بالغ الأهمية للرياضيات في بناء النظريات الفلكية، وكذلك تم توظيفها في مجال البصريات. ولقد قام "ديكارت" بتمديد استعمالها لتشمل مجموع الفيزياء، بإقصائه كل المعطيات الكيفية. ولهذا يؤكد "إيلي دينيسوف" بأنه "مع الفيزياء الرياضية تم تأسيس فيزياء واضحة وأكيدة"[5]. فيزياء أكيدة لأنها ترتكز على ملاحظة الوقائع وتتأسس على التجريب، وواضحة لأنها تشكلت بواسطة الاستنباط والفرضيات، وبلغت إلى حد التعبير عن نفسها بصيغ رياضية تُفرض على الفكر ذاته، مثلها في ذلك مثل براهين الحساب والهندسة.

---

[1]- Descartes, R. (1986). Descartes. Paris: Bordas, pp. 53-54.

[2]- Descartes, R. (1897-1913). Œuvres de Descartes (Éd. A. T., Tome II). Paris: Léopold Cerf, p. 268.

[3]. غاليلي والثورة العلمية في القرن السابع عشر، ص 96.97.

[4]- Denissoff, E. (1970). Descartes, premier théoricien de la physique mathématique. Paris: Béatrice-Nauwelaerts, p. 96.

[5]- Descartes, R. (1967). Méditations métaphysiques. In F. Alquié (Ed.), Œuvres de Descartes (Tome II). Paris: Granier frères, p. 471.

كانت الرياضيات عند "ديكارت" موضوع اهتمام وتأمل. فهي فكر ينعكس على ذاته من جهة، ويعبر عن كشفه لحقيقة الواقع الفيزيائي من جهة ثانية. تُعبّر الرياضيات، باعتبارها فكرا، عن عمل عقلي خالص. ولهذا نجد "ديكارت" يقول: "إني قادر على تشكيل عدد لا محدود من الأشكال الأخرى في فكري"[1]. هذه الأشكال الهندسية غير منفصلة عن الظواهر الفيزيائية التي أخذت طابعا رياضيا، مما أصبح بالإمكان الكشف عن القوانين التي تفسرها وعرضها في صيغ رياضية.

2) الأفكار الفطرية والرياضيات: الأسس الميتافيزيقية للمعرفة الفيزيائية

دافع "ديكارت" عن الطابع الفطري للأفكار الرياضية، لأنها بالنسبة إليه ليست وليدة أفكار راهنة في تشكلها، وهي واضحة في دلالاتها. وعليه فإن "الأفكار الرياضية ستكون بالنسبة لنا بذور أولى للفكر المستعمل، وبفضلها نصل إلى معرفة الطبيعة"[2]. فبتأمل الأفكار الفطرية يصل الفكر إلى مبادئ الطبيعة وأسبابها الأولى. هذه الأفكار الفطرية هي بذور الحقائق اليقينية، والتي هي بالطبيعة توجد في نفوسنا، وضعها الله الذي هو خالقها. وعليه، هناك ارتباط بين الله الخالق واستنباط مبادئ العالم المادي انطلاقا من أفكارنا الفطرية. ولهذا يقول "ديكارت": "إنني لاحظت قوانين يقينية أنشأها الله في الطبيعة، وطبع أفكارا تناظرها في نفوسنا"[3].

صرح "ديكارت" في رسالة إلى الأب "ميرسين" مؤرخة يوم 27 يوليوز من عام 1638 قائلا: "لا يوجد ما نتمناه، من بين كل المباحث الفلسفية، إلا الحصول على إثباتات رياضية". ولهذا ستجد الفيزياء مع "ديكارت" في الرياضيات الوسيلة الناجعة لبلوغ اليقين العلمي.

عالج "ديكارت" المسائل الفيزيائية معالجة ميكانيكية رياضية، مما اضطره إلى إقصاء المفاهيم السكولائية من فيزيائه، مثل الصورة والنفس والكيفيات الحسية، التي سادت العصر الوسيط بتأثير من "أرسطو"، والتي شكلت حاجزا بين علم الرياضيات وعلم الفيزياء. حيث كان من الشائع أن الفيزياء تُعرف بكيفيات حسية مختلفة مثل الحار والبارد والرطب واليابس، بينما تُعرف الرياضيات بأعداد وأشكال مجردة وعمليات ذهنية خالصة.

أسقط "ديكارت" ذلك الحاجز الذي يفصل منذ القديم مبحثي الرياضيات والفيزياء، إذ إن العالم بالنسبة إليه يتشكل من فضاء متجانس هو ذلك الفضاء الهندسي، والذي يضم نوعا واحدا فقط من الحركة هي الحركة المكانية، مبعدا حركة الاستحالة، أي الزيادة والنقصان والكون والفساد التي قدمها

[1]- Koyré, A. (1973). Du monde clos à l'univers infini. Paris: Gallimard, p. 127.
[2]- Denissoff, E. (1970). Descartes, premier théoricien de la physique mathématique. Paris: Béatrice-Nauwelaerts, p. 95.
[3]- Descartes, R. (1963). Discours de la méthode (Tome I). In F. Alquié (Ed.), Classiques Granier frères. Paris: Granier frères, p. 614.

"أرسطو" في فلسفته الطبيعية. أبقى "ديكارت" فقط على الحركة المكانية، وأرجع إليها كل التغيرات وكل أنماط الحركة الأخرى، لأن الحركة المكانية وحدها يمكن ترييضها، أي يمكن التعبير عنها تعبيرا عدديا.

إرجاع كل الحركات إلى الحركة المكانية وحدها دليل على أن "ديكارت" اتجه إلى اعتماد نظام آلي في تفسير الطبيعة وظواهرها. ومنه تم إضفاء طابع ميكانيكي على سير العالم وقوانينه، الشيء الذي أدى إلى حتمية فيزيائية عند فيلسوف الكوجيتو، وتعميمها لتشمل كل ما يمت بصلة إلى الطبيعة وقوانينها.

جعلت رؤية "ديكارت" الميكانيكية لسير العالم من إمكانية استعمال الرياضيات كمنهج لمعالجة المسائل الفيزيائية أمرا ممكنا. ولهذا أكد "إيفون بيلافال" على أن "الفرضية الميكانيكية هي التي سمحت بترييض الفيزياء".

3) النزعة الآلية كشرط لإمكان ترييض الطبيعة

قدم "ديكارت" عبر النزعة الآلية أو الفرضية الميكانيكية، لأول مرة في تاريخ العلم، مشروع ترييض علم الطبيعة. تم خلاله إقصاء النموذج الحيوي الأرسطي الذي تحكمه النزعة الغائية.

قام "ديكارت" بإقصاء الكيفيات الحسية والصور الجوهرية من الطبيعة، لكي يتسنى له ترييضها. يقول "إيفون بيلافال" إن: "الحقيقة الرياضية تمنحني نسخة من الواقع، وتختزل الحقيقة الحسية إلى رمز له"[1]. هذا الرمز ما هو إلا انعكاس لحقيقة العالم الواقعي عبر الخيال الهندسي للبنيات الخفية تحت مظاهر المحسوس. إنه عالم هندسي تشكلت معالمه بعدما تم إقصاء الغائية، وفك الارتباط بين الثيولوجيا والطبيعة.

إن قوانين الآلة هي نفسها قوانين الطبيعة عند "ديكارت"، لذلك أصبحت الآلة نموذجا لدراسة الطبيعة، إذ لم يعد هناك فرق بين العالم الطبيعي والعالم الميكانيكي. وهكذا، فإن القوانين نفسها التي ينتج بها الإنسان الآلات، تنتج بها الطبيعة مخلوقاتها. أي أن الطبيعة تخضع لنفس القوانين مثلها مثل الموضوعات الصناعية. وأن تلك القوانين هي خفية في الطبيعة، إذ لا يمكن كشفها إلا باستخدام المنهج الرياضي، لأن قوانين الطبيعة هي ذاتها قوانين الحركة، والحركة يعبر عنها تعبيرا رياضيا في صيغة معادلات جبرية تكشف عن القوانين التي تتكون بموجبها الأشياء.

[1]- Ibid, P: 499.

سمح المفهوم الجديد للحركة بظهور فيزياء رياضية، لأن عالم الفيزياء وجد في الرياضيات أداة فعالة لدراسة ظواهر الطبيعة. هذا الترييض المسبق هو السمة الأهم للفيزياء الديكارتية، ولهذا تم "إرجاع العالم إلى خصائصه الرياضية"[1].

إن العديد من دارسي الفلسفة الديكارتية يرون أن "ديكارت" قد أسس فيزياء استنباطية، وأعاد تأسيس العالم اعتمادا على فكره الخاص. أي أنه شكل قبليا تصوره لذلك العالم، وهو بذلك "استعمل المنهج القبلي في اختيار مبادئ الطبيعة"[2].

ينبغي أن نقف على ما قاله "ديكارت" في كتاب "مقال في المنهج" للكشف عن طبيعة الفيزياء الديكارتية، حيث قال: "عملت على أن أجد عموما المبادئ أو الأسباب الأولى لكل ما هو موجود أو يمكن أن يوجد في العالم، دون أن أعتبر في هذا الأثر غير الله وحده الذي خلقه، ولا أستخلصها إلا من بعض بذور الحقائق التي توجد بالطبيعة في نفوسنا"[3]. ومنه، فإن بذور الحقائق هي مبادئ العلم عند "ديكارت". إنها العلل الأولى، ولهذا يُطلق عليها اسم الفلسفة الأولى أو الميتافيزيقا. وهي فطرية لا تأتي من الخارج عن طريق الحواس أو المخيلة مثلما يعتقد المدرسيون، بل على العكس توجد في النفس مبادئ العلم، ومنها تُستنبط قوانين الطبيعة.

الخاتمة:

في ختام هذه الدراسة حول الفيزياء الرياضية عند ديكارت، نستطيع التأكيد على أن المشروع الديكارتي يمثل نموذجًا فريدًا في تاريخ العلم، إذ لم يقتصر على تقديم تفسيرات فيزيائية للظواهر الطبيعية، بل سعى إلى تأسيس هذه التفسيرات على أرضية ميتافيزيقية صلبة. لقد أدرك ديكارت أن أي بناء علمي يفتقر إلى يقين المبادئ الأولى سيبقى عرضة للشك والتزعزع، ومن هنا جعل من فلسفة الكوجيتو والأفكار الفطرية منطلقًا ضروريًا لفهم العالم المادي. غير أن هذه المقاربة، رغم نجاحها في تحقيق الانسجام بين الميتافيزيقا والفيزياء، وقفت عائقًا أمام تطور العلم التجريبي كما سيظهر لاحقًا عند نيوتن وغيره. وهكذا، يبقى ديكارت مفكرًا انتقاليًا بامتياز، جمع بين إرث الفلسفة المدرسية التي تُقدس اليقين العقلي، وبين نزعة الحداثة التي تمجد الرياضيات كأداة لفهم الطبيعة.

[1]- Ibid, P: 490.
[2]- Ibid, P: 457.
[3]- Descartes, R. (1963). Discours de la méthode (Tome I). In F. Alquié (Ed.), Classiques Granier frères. Paris: Granier frères, p. 636.

النتائج:

1. تأسيس الفيزياء على الميتافيزيقا: توصلت الدراسة إلى أن ديكارت لم يفصل بين الفيزياء والميتافيزيقا، بل جعل من مبادئ الفلسفة الأولى (مبدأ الكوجيتو، ومبدأ السببية، ومبدأ وضوح وتمايز الأفكار) الأساس الذي تنبني عليه القوانين الفيزيائية.
2. أولوية الأفكار الفطرية على التجربة: أكد البحث أن المنهج الديكارتي يعتمد على الأفكار الفطرية (كالامتداد، والحركة، والجسم) كمبادئ قبلية، في مقابل المنهج الجاليلي الذي ينطلق من فرضيات عقلية مجردة دون إخضاعها لتمهيد ميتافيزيقي.
3. اختلاف جوهري بين ديكارت وغاليلي: كشفت المقارنة أن غاليلي قدّم فيزياء رياضية مستقلة عن الميتافيزيقا، بينما ظل ديكارت وفياً لتقليد يربط العلم بالأسئلة الوجودية الكبرى، مما جعل فيزيائه جزءًا من نسق فلسفي شامل.
4. اليقين العقلي أساس الحقيقة الفيزيائية: أظهرت الدراسة أن يقينية القوانين الفيزيائية عند ديكارت مستمدة من وضوح مبادئها الرياضية العقلية، وليس من تطابقها مع الواقع التجريبي، وهو ما يفسر إصراره على قوانين الحركة الثلاثة رغم بعض الأخطاء الواقعية.
5. الانسجام الداخلي على حساب الدقة التجريبية: خلص البحث إلى أن مشروع ديكارت نجح في بناء نسق متماسك ومترابط، لكن ذلك جاء على حساب الاهتمام بالقياس الدقيق والتجربة المنهجية، مما جعل فيزيائه أقل قدرة على تفسير الظواهر المعقدة مقارنة بفيزياء غاليلي ونيوتن لاحقًا.

التوصيات:

1. ضرورة إعادة قراءة التراث العلمي في سياقه الفلسفي: أوصي الباحثين في تاريخ العلوم بتجنب القراءة الانتقائية التي تفصل الفيزياء الديكارتية عن أصولها الميتافيزيقية، لأن ذلك يؤدي إلى فهم مشوه لطبيعة العلم في القرن السابع عشر.
2. تدريس نموذج ديكارت كمثال على تكامل المعرفة: يُوصى بإدراج دراسة الفيزياء الرياضية عند ديكارت في مناهج تعليم الفلسفة والعلوم، بوصفها نموذجًا رائدًا للعلاقة التكاملية بين الميتافيزيقا والفيزياء، بدل النمط السائد الذي يكرس الفصل بينهما.
3. الاستفادة من منهج ديكارت في مواجهة التخصص المفرط: أوصي المفكرين المعاصرين بالاستلهام من روح المشروع الديكارتي في بناء رؤية موحدة للمعرفة، قادرة على رد العلوم المختلفة إلى مبادئ جامعة، في زمن يعاني من تجزئة المعرفة وتخصصها المفرط.

4. إجراء دراسات مقارنة مع مشاريع تأسيسية أخرى: يُقترح توسيع نطاق البحث ليشمل مقارنة منهج ديكارت مع كلٍ من منهج غاليلي، ولايبنتس، وكانط، بهدف استجلاء التحولات الكبرى في مفهوم "الفيزياء الرياضية" عبر التاريخ.

قائمة المصادر والمراجع:

المراجعة العربية:

- كوكيري، أ. (2008). دراسات غاليلية. (يوسف بن عثمان، مترجم). تونس: المركز الوطني للترجمة، دار سيناترا.
- مجلة آفاق للتربية والتكوين. (2020). مجلة تربوية وعلمية يصدرها المركز الجهوي لمهن التربية والتكوين، فاس . مكناس، الفرع الإقليمي مكناس، العدد الرابع.

المراجعة الأجنبية:

- Belaval, Y. (1960). Leibniz critique de Descartes. Paris: Gallimard.
- Denissoff, E. (1970). Descartes, premier théoricien de la physique mathématique. Paris: Béatrice-Nauwelaerts.
- Descartes, R. (1897/1913). Œuvres de Descartes (Tome II). (C. Adam & P. Tannery, Eds.). Paris: Léopold Cerf.
- Descartes, R. (1963). Discours de la méthode (Tome I). In F. Alquié (Ed.), Classiques Granier frères. Paris: Granier frères.
- Descartes, R. (1967). Méditations métaphysiques (Tome II). In F. Alquié (Ed.), Classiques Granier frères. Paris: Granier frères.
- Descartes, R. (1973). Principes de la philosophie (Tome III). In F. Alquié (Ed.), Classiques Granier frères. Paris: Granier frères.
- Guenancia, P. (1986). Descartes. Paris: Bordas.
- Koyré, A. (1962). Du monde clos à l’univers infini. (R. Tarr, Trad.). Paris: Gallimard.
- Koyré, A. (1973). Études d’histoire de la pensée scientifique. Paris: Gallimard.
- Koyré, A. (1980). Études galiléennes. Paris: Hermann.