مفهوم الواقع في فيزياء الكم بين التفسير العقلاني و التفسير الواقعي

The Concept of Reality in Quantum Physics Between Rational and Realistic Interpretation

Le concept de réalité en physique quantique entre interprétation rationnelle et réaliste

بومعيزة فوزي[1]*، دحدوح رشيد[2]

تاريخ الإرسال: 2019/02/07 تاريخ القبول: 2019/11/13 تاريخ النشر: 2020/07/01

ملخص: يتمحور هدف المقال حول التضمينات الفلسفية للنظرية الكمية، هذه النظرية التي استطاعت بجهازها الرياضي وصف العالم المتناهي الصغر، حيث انبثقت منه عدة تصورات" للواقع الفيزيائي".

وتطرقنا إلى مشكلات تفسير الواقع الموضوعي الذي قاد فلاسفة الفيزياء للتساؤل حول المستويات الأنطولوجية للواقع الفيزيائي، الذي يتخفى تحت نماذج رياضية عالية التجريد.

وأمام تعدد تفسيرات النظرية الكمية، كان على فيزيائيي الكم الخيار بين واقعية أينشتاين ووضعية بور، وبين هذين التصورين نشأ جدل فلسفي خصب استمر لعقود ولم يحسم فيه الخلاف إلا في ثمانينيات القرن الماضي مع تجربة الفيزيائي الفرنسي ألان أسبيكت، هذه التجربة أرغمت الفيزيائيين والفلاسفة على تبني مقاربة نيلز بور وطرح واقعية صاحب النسبيتين.

الكلمات المفتاحية: الواقعية؛العقلانية؛الميتافيزيقا؛الأنطولوجيا؛التفسير

Abstract: This article studies the philosophical implications of quantum theory, a theory which describes the infinitely small world and from which emerged various perceptions of the " physical reality ".

We have also identified the problems of interpretations of the reality which led the epistemologists of physics to question the ontological levels of the reality of the physical world which is hidden under a very abstract mathematical formalism.

Due to this plurality of interpretations, quantum physicists are faced with a choice to be made between Einstein's realism and Bohr's positivism. As a result a philosophical debate arose between these two great physicists for decades. The problem was resolved in the eighties, with the experience of Alain Aspect. This made physicists and philosophers to adopt Bohr's approach

Keywords: Interpretation; Metaphysic; Ontology, Rationalism, Realism.

Résumé : Le but de cet article est de montrer les implications philosophiques de la théorie mécanique quantique. Cette théorie qui a pu décrire l'infiniment petit monde et qui a permis l'émergence des conceptions diverses du '' **réel physique''**

On a abordé aussi les problèmes d'interprétations du réel qui conduisent les épistémologues de la physique à s'interroger sur les niveaux ontologiques de la réalité du monde physique qui se cache sous un formalisme mathématique très abstrait.

Face à cette pluralité d'interprétations, les physiciens quantiques se trouvent devant un choix à opter entre le réalisme d'Einstein et le positivisme de Bohr. L'expérience d'Alain Aspect, dans les années quatre-vingt, a mis fin au débat philosophique entre ces deux grands physiciens. Ce qui a oblige les physiciens et les philosophes à renoncer à l'idée du réalisme pour adopter l'approche de Bohr.

Mots clés : le réalisme, le rationalisme, la métaphysique, l'ontologie, l'interprétation.

*المؤلف المراسل

[1]FouziBoumaiza, Department of Philosophy, University of Constantine 2: Algeria, bfouziphil@gmail.com
[2]Rachid Dahdouh, Department of Philosophy, University of Constantine 2: Algeria, rachid.dehdouh@univ-constantine2.dz

مقدمة

إن النظرية الكمية أو ميكانيكا الكم تعتبر في الوسط العلمي أكثر نظريات الفيزياء تعقيدا وأكثرها مخالفة للبديهيات والحس المشترك، كما أنها تخالف المنطق الصوري بشكل صادم وعجيب، إذ من المعلوم أن المنطق الصوري يتأسس على قوانين ثابتة للفكر تتميز باستقلالها عن التحديدات الخارجية للموجودات، و هي ثلاثة قوانين وضعها أرسطو و اعتبرها بديهية في الأذهان، قانون الهوية، قانون عدم التناقض و قانون الثالث المرفوع، كما أن المنطق الصوري يقوم على مبدأ منهجي ثنائي القيم(قيمة الصدق و قيمة الكذب)، هذا المبدأ شكل بلغة باشلار عائقا ابستمولوجيا كان لزاما على الفيزياء المعاصرة تجاوزه، خاصة مع النظرية الكمية التي نفذت إلى عالم الذرة و الجسيمات، هذا العالم المتناهي في الصغر الذي يتصف بعدم حتميته فرض تأسيس نسق جديد قائم على مبدأ ثلاثي القيم يستوعب تلك الفتوحات العلمية الهائلة، فمن مبدأ عدم التحديد لهيزنبرج إلى حساب الاحتمالات و مرورا بدالة الموجة لاروينشرودينجر و غيرها من الأسس التي تقوم عليها ميكانيكا الكم، كلها تقف على النقيض تماما من المنطق الصوري.

و قد لا نكون مبالغين إذا قلنا بأنه عبر تاريخ العلم لم تُحدث نظرية ما مثل ما أحدثته النظرية الكمية من جدل علمي وفلسفي، وذلك منذ ظهورها في بداية القرن العشرين وإلى غاية اليوم، ولم يحدث أن انقسم العلماء في تفسيرهم لنظرية علمية مثلما انقسموا حول مفاهيم وأسس هذه النظرية الغريبة والمدهشة بكل معنى الكلمة، إذ تعتبر النظرية الكمية و النظرية النسبية لاينشتاين أهم انجازين في القرن العشرين، كما أن محاولة علماء الفيزياء للدمج بينهما في نموذج واحد هي من أكبر التحديات العلمية، و هذا قصد الوصول لنظرية موحدة تفسر الكون في مستوييه الماكروسكوبي و الميكروسكوبي، إلا أن فرادة النظرية الكمية تكمن في تجاوزها للمفاهيم و الأسس التي قامت عليها الفيزياء الكلاسيكية، كمبدأ الحتمية و السببية و اعتبارها المكان و الزمان كجوهرين مطلقين و مستقلين، بل و تجاوزت النظرية الكمية مقولات النظرية النسبية في تصورها لبعدي المكان و الزمان، و طبيعة جسيمات الضوء أي الفوتونات، إذ كان اينشتاين نيوتونيا في إصراره على حتمية الظواهر الفيزيائية و أيمانه الراسخ بمبدأ السببية في الطبيعة، كما سنرى في ثنايا المقال كيف اندهش من لاحتمية الحوادث الكمية و كيف تقودنا إلى عالم غريب تسوده الفوضى و هو الذي كان يؤمن إيمانا عميقا بأن الله لا يلعب النرد.

ويمكننا القولأن النظرية الكمية تمثل ثورة في طبيعة إدراكنا للمادة و للعالم المادي نفسه، بل و أجبرت علماء الفيزياء على إشراك الوعي البشري باعتباره عاملا حاسما في فهم أية حالة كمومية للكون، و هذا ما سنراه فيما سيأتي مع التفسير العقلاني الذي تمثله مدرسة كوبنهاجن.

إننا أمام نظرية معقدة من حيث صياغتها الرياضية وغامضة من حيث دلالاتها وتأويلاتها الإبستمولوجية، فهي ليست نظرية تأملية ولا نظرية علمية عادية وليست بناء فلسفيا خالصا، بل يمكننا القول أنها مزيج من كل هذا.

فكما أن النظرية النسبية أحدثت ثورة في وصف طبيعة الأشياء على المستوى الكبير خاصة مع النسبية العامة، وتعاملها مع السرعات العالية جدا (سرعة الضوء في الفراغ)، جاءت النظرية الكمية لتصف طبيعة الأشياء الصغيرة جدا على المستوى الذري وما تحت الذري، كما صاغ ثلة من علماء الفيزياء هذه النظرية ليتمكنوا من التعامل مع الجسيمات ذات الكتل المتناهية الصغر والتي تحكمها مبادئ غير تلك التي حكمت قوانين الميكانيكا الكلاسيكية أو حتى قوانين النظرية النسبية بشقيها الخاص والعام.

يمكن وصف ميكانيكا الكم بأنها آلة رياضية تعمل على رصد سلوك الجزيئات الذرية وأنها جهاز من معادلات معقدة، قد صيغ لقياس واستكشاف سلوك العالم ما تحت الذري، كما أنها نشأت لحل الجدل الفيزيائي والفلسفي(الميتافيزيقي) الكبير والعويص جدا، والمتعلق بطبيعة الواقع الفيزيائي وكيفية انبثاق "émergence" الواقع الموضوعي المشاهد من بنيته الأصلية، هذا من جهة ومن جهة أخرى، عملت على حل مشكلة اتصال أو انفصال الطاقة، فقد كان الرأي السائد في نهاية القرن التاسع عشر أن الطاقة في مختلف أشكال تمثلاتها عبارة عن متصل لا فراغات فيه، وأن الضوء ذو طبيعة موجية، إلا أن الفيزياء الكلاسيكية ظلت عاجزة عن تفسير بعض المسائل المتعلقة بالظواهر الذرية والجزيئية، لكن ميكانيكا الكم تمكنت من تجاوز تلك المسائل لما كشفت عن طبيعة سلوك الجسيمات الذرية و صاغت كشوفها من خلال صيغ رياضية و تمكنت من حل تلك المعضلات مغيرة بذلك نظرتنا المعتادة للعالم و قوانينه، و محدثة "لثورة كوبرنيكية" أرست في عالم الفيزياء نموذجا جديدا غير مسبوق.

و في هذا المقال نناقش أهم مدرستين شكلتا الإطار الإبستمولوجي الذي ساير النظرية الكمية في مقاربتها لمفهوم الواقع، و هما المدرسة العقلانية و المدرسة الواقعية، و من خلال هاتين المدرستين حاولنا تقديم قراءة فلسفية تقترب من البنية الميتافيزيقة الكامنة في مفاهيم هذه النظرية.

و كان هدفنا من وراء هذا المقال هو تأكيد حضور الميتافيزيقا في الخطاب الإبستمولوجي المعاصر من جهة و تتبع العلاقة و الرابط المعرفي بين هذا الخطاب وبين النظرية الكمية من جهة أخرى.

يمكننا أن نحدد الإشكالية الأساسية في مقالنا كما يلي : هل يمكن الحديث عن واقع موضوعي مستقل عن أي عملية رصد في ميكانيكا الكم، بحسب المدرستين.؟

لمعالجة إشكالية البحث الأساسية اعتمدنا المنهج التاريخي التحليلي لكونه أنسب منهج لبحثنا، أولا المنهج التاريخي عندما تعرضنا لذكر أبرز تفسيرين طرحا لمقاربة مفهوم الواقع الفيزيائي، و كذلك عند ذكر أبرز العلماء الذين أسهموا في تشكل و تطور النظرية الكمية في القرن العشرين

وثانيا المنهج التحليلي كأداة تبين الأفكار والتصورات و المضامين الفلسفية و الميتافيزيقية التي تنطوي عليها ميكانيكا الكم في تعاطيها مع مفهوم الواقع الفيزيائي كما تصورته كلتا المدرستين، هذا المنهج بالذات ساعدنا في الكشف عن الجانب الميتافيزيقي القابع في قلب النظرية الكمية من جهة، و من جهة أخرى أبرز لنا مدى امتزاج الفيزياء بالفلسفة على مستوى المفاهيم المستخدمة لوصف طبيعة الواقع.

1-ميكانيكا الكم و الثورة الأنطولوجية

لقد أحيت ميكانيكا الكم صراعا فلسفيا عميقا حول نظرية المعرفة وأدخلت الفيزياء المعاصرة في جدل ميتافيزيقي واسع، ويبرز هذا الانقسام الكبير في مواقف الفيزيائيين وفلاسفة الفيزياء حول تفسير وفهم ميكانيكا الكم،التي تعتبر بحق ثورة جذرية في تصوراتنا وأفكارنا عن العالم والواقع، هذا الأخير تعاملت معه النظرية الكمية بوصفه واقعا متعدد الأوجه ومتجدد في تمثلاته، فهو أشبه بنهر هيراقليطس الدائم السيلان بلا انقطاع، وهذا ما فرض على العقل العلمي والعقل الفلسفي أن يتعاطيا مع هذا المفهوم برؤيةقابلة للمراجعة والتعديل المستمرين، فهو غير معطى مباشرة وغير جاهز للرصد العياني، بقدر كونه إبداعا عقليا يعمل على استكمال صورة العلاقة بين لغة العلم والطبيعة (العالم)، و هذا الذي يطرحه غاستونباشلارGastonBachelardفي مشروعه الابستمولوجي العقلاني إذ يرى أن الواقع لا يظهر بذاته، بل نحاول تبسيطه و البرهنة عليه من خلال أدواتنا المعرفية.

تكمن أهمية التفسيرالفيزيائي في كونه يفتح طريقا واضحا لفهم النتائج التجريبية بصفة أدق، كما تتمثل عملية التفسير في التفكير حول دلالة الصياغات الرياضية في معادلات الفيزياء وتضميناتها الفلسفية، إن التفسير يحيل العقل إلى إدراك مختلف صور العالم الذي تقترحه النظريات الفيزيائية بما في ذلك الأشياء التي تكشف عنها الفيزياء في الطبيعة والتي تشكل الواقع، حتى ولو كانت غير مدركة مباشرة، فكأن تفسير النظرية الفيزيائية يعني: "تعرية الواقع من المظاهر التي تغلفه وكأنها حجب، من أجل رؤية هذا الواقع عاريا وجها لوجه".(**Duhem, 2016, p. 16**)

فالعالم يتوق دوما لمعرفة مختلف انتظامات les régularités الواقع الذي يحيا فيه، وتفسير النظريات الفيزيائية بالذات يقدم تلك الصورة العلمية المنشودة، بل يحدد الإطار المفاهيمي الذي يفسر الطبيعة الواقعية لعالمنا ومختلف العلاقات التي تميز الأشياء التي يسعى العقل العلمي لتصنيفها.

إن مقاربة ميكانيكا الكم دون الاستعانة بتفسير المتخصصين لهو ضرب من المستحيلات، ويرجع هذا لعدة أسباب يجملها الفيزيائي رولان أومنيس"Roland Omnes" في ثلاثة إذ يقول: "أولا وقبل كل شيء لأن صورية النظرية بلغت الذروة في الغموض والإبهام، وثانيا لأن صميم تصور المراقب لم يعد واضحا بالمرة وأولئك الذين استخدموه انتهوا إلى تضمين وعي المراقب، وهو ما يناقض الطبيعة الموضوعية للعلم، وأخيرا لأن الجوانب الاحتمالية للنظرية يجب أن تتوافق في النهاية مع الوجود اليقيني للوقائع والحقائق. وبهذا يتوقف التفسير عن أن يكون محض ترجمة ويصبح نظرية بحكم طبيعته الخاصة". (رولان، 2008، صفحة 200)

اقترح كل من نيلز بور، (1885-1962)Niels Bohr وفيرنرهيزنبرج Werner Heisenberg (1901-1976)وماكس بورن(1882-1970) Max Bornتفسيرا لميكانيكا الكم عرف بتفسير مدرسة كوبنهاجن، نسبة لمعهد الفيزياء الذي كان يديره بور والكائن في مدينة كوبنهاجن، وهي مدرسة ذات توجه وضعي، طرحت تفسيرها ما بين عامي 1927 و1932، وأهم ما يميز هذا التفسير هو اتجاهه الفلسفي القائل باختفاء الحدود ما بين الذات وموضوعها، وهذا ما يبينه قول بور الذي ذكره هينزباجلز في مؤلفه، إذ قال بور: "من الخطأ أن نفكر بأن مهمة الفيزياء هي اكتشاف حال الطبيعة، فالفيزياء تتعلق بما يمكن أن نقوله عن الطبيعة".(هينز، 1989، صفحة 111)

كما يتميز تفسير هذه المدرسة بإنكار الصفة الواقعية لمكونات العالم الصغروي، والقول بأن كلمة الواقع la réalité، ليس لها معنى في ذاتها، إذ نأى أنصار مدرسة كوبنهاجن بأنفسهم عن تناول مفهوم الواقع كحقيقة موضوعية، فميكانيكا الكم بالنسبة لهم فعالة نظريا وإلى حد بعيد تجريبيا، فدالة الموجة مثلا ما هي إلا أداة للتنبؤ تمكننا من حساب مختلف احتمالات القياس، وليست كيانا موضوعيا موجودا في الطبيعة.

فالإطار المفاهيمي للفيزياء الكلاسيكية لا يمكنه البتة دخول العالم المتناهي في الصغر والتعبير عنه، لأن هذه الفيزياء تعتبر فعل القياس يفترض الفصل الموضوعي بين الشيء المقاس وأداة القياس، وهذا ما لا تقبله مدرسة كوبنهاجن، فهايزنبرجHeisenbergيقول في هذا الشأن:"تفسير كوبنهاجن للنظرية الكمية ولد من مفارقة، فمفاهيم الفيزياء الكلاسيكية تشكل اللغة التي بواسطتها نصف الشروط التي تحدث فيها تجاربنا ونتخاطب بيننا بها حول نتائج تلك التجارب. يستحيل علينا أن نبدل تلك المفاهيم بغيرها ويجب علينا ألا نحاول فعل هذا. لكن تطبيق هذه المفاهيم محدد بعلاقات الارتياب، ولما نستخدم هذه المفاهيم الكلاسيكية، يجب أن ندرك مدى محدوديتها". (**Lurçat, 2001, p. 180**)

فحسب تفسير كوبنهاجن لا يمكن الفصل بين عملية القياس والحادث الفيزيائي في عالم الميكروفيزياء، لأن الظواهر المدروسة في هذا المستوى الذري لا تمتلك واقعا مستقلا بذاته، فالذات والموضوع معا يشكلان الأشياء الخارجية، إذ الظواهر: "لا توجد إلا بالنسبة لذات تختبرها وتجرب عليها. لذا فالقضايا العلمية لا تشير إلى الواقع الموضوعي، بل إلى إجراءاتنا وطرقنا التجريبية، فهي ليست سوى مركبات ذهنية من الإحساسات".(يفوت، 1986، صفحة 215)

إن وجود جسم ما حسب تفسير كوبنهاجن، ولنقل مثلا الإلكترون، لا يملك وجودا حقيقيا ما لم ندركه بالقياس، "فالجسم إذن هو مزيج من الذاتية والموضوعية، وبالتالي فإن العالم الخارجي شارك الذات في صنعه".(عابد، 2006، صفحة 384)أي أن الفيزياء الكمية في تصور هذا التفسير تصف تفاعل الذات مع العالم الفيزيائي ولا تصف الواقع كما هو في ذاته، ومن ثم فتمثيل أي ظاهرة في المستوى الكمومي لا يستقل إطلاقا عن أدوات القياس.

ويعتبر ألبرت أينشتاين"Albert Einstein (1879-1955) أكبر خصم لمدرسة كوبنهاجن بزعامة بور، ولعل أبرز ما يميز فلسفة أينشتاين هو فصله التام بين عالم الذات وعالم الموضوع، أي بين المدرِك والمدرَك، فموضوع الفيزياء عالم واقعي مستقل وله وجوده الفعلي حتى لو لم نلاحظه، وهذا ما تعترض عليه مدرسة كوبنهاجن بقوة لأن الذات والموضوع كما رأينا في تصورها، يتداخلان في علاقة متفاعلة. إن استقلال عالم الرصد الذاتي هو حجر أساس في موقف اينشتاين، وسنفصل نسبيا فيما يلي تغير طبيعة الموضوع object مع ميكانيكا الكم من خلال التفسيرين اللذين طرحا على الساحة العلمية والفلسفية.

2-ميكانيكا الكم بين التفسير العقلاني والتفسير الواقعي

إن مفهوم التفسير يقحم النظرية الفيزيائية في علاقة وطيدة مع فلسفة الفيزياء، أي أنه يحيلنا إلى التضمينات الميتافيزيقية التي تنبثق من الجهاز المفاهيمي الذي تستخدمه الفيزياء محاولة منها لفهم العالم الخارجي، ويبدو هذا جليا في العلاقة التي أحدثتها النظرية الكمية في تعاطيها مع الواقع الفيزيائي من جهة إعادة صياغة مضامين المفاهيم الفيزيائية بشكل مختلف تماما عما قدمته الفيزياء الكلاسيكية وحتى فيزياء أينشتاين النسبية.

2-1 التفسير العقلاني:نيلز بور ومدرسة كوبنهاجن

لا يمكن الفصل بين النظرية الكمية والرياضيات، لأن الدقة التي تتميز بها ميكانيكا الكم ما هي إلا نتيجة مباشرة للخاصية الدقيقة التي تتميز بها لغة الرياضيات، وهذا الارتباط بينهما هو ما يمنح مفاهيم ميكانيكا الكم دلالة يغلب عليها الطابع العقلاني، فهي نظرية مغرقة في التجريد كما تتمتع بصورنةرياضية عالية، فلا يمكن الحديث عن "أي صورة ممكنة للعالم الواقعي المتناهي في الصغر، إنما فقط صيغ رياضية جافة، مرتكزة على حسابات احتمالية هامة"(**Louis-Gavet, 2009, p. 51**)، أي أن الظواهر الفيزيائية في المستوى الذري لا تمتلك واقعا مستقلا

بذاته، وهذا ما قالت به مدرسة كوبنهاجن الشهيرة، فلا يمكن الفصل بين الذات العارفة والحادث الفيزيائي في العالم الصغروي، فالظواهر "لا توجد إلا بالنسبة لذات تختبرها وتجرب عليها. لذا فالقضايا العلمية لا تشير إلى الواقع الموضوعي، بل إلى إجراءاتنا وطرقنا التجريبية، فهي ليست سوى مركبات ذهنية"(يفوت، 1986، صفحة 215)، فوجود جسم ما حسب تفسير كوبنهاجن مثل الإلكترون لا يملك وجودا حقيقيا ما لم ندركه بالقياس، أي أن هذا التصور قائم على وصف تفاعل الذات مع العالم الفيزيائي وليس وصفا للواقع كما هو في ذاته، "فالجسم إذن هو مزيج من الذاتيةوالموضوعية، وبالتالي فإن العالم الخارجي شارك الذات في صنعه"(عابد، 2006، صفحة 384)، فمهمة ميكانيكا الكم بالنسبةلجماعة بور هي تقديم الوصف الرياضي للظواهر المدروسة بحيث يتوافق هذا الوصف مع معطيات التجربة، بغض النظر عما يحدث في الواقع، وهذا ما يعني أن المدرسة تنفي الواقعية antiréalisteلأنها تفصل بين دلالات الوصف الرياضي والواقع الموصوف، بل أكثر من هذا، فعملية القياس مرتبطة بالزمن الذي يستغرق أثناء التجربة، و على حد تعبير بور: "لا يوجد عالم كمومي، هناك فقط وصف كمي مجرد، فالواقع يخلق وينبثق من الملاحظة"(**Herbert, 1987, p. 17**)إذن فنفي الواقعية عن عالم الكم خارج إطار الملاحظة هو حجر الأساس لدي بور وأنصاره، فالواقعية المباشرة لعالمنا المدرك بالحواس، إنما تخفي على المستوى الذري عالما لا يتمتع البتة بتلك الواقعية، بل هو عالم مثالي إلى حد بعيد، لأن الفيزياء ليست موضوعية بالنسبة للمدرسة، فعن طريق القياس والرصد يتعامل الفيزيائي مع الأحداث ولا يمكن اعتبار نتائج القياس شيئا واقعيا بشكل مباشر، فالوقائع الكمية "لا تنبثق إلا عند تسجيلها أولا في شعور الكائنات الواعية، باعتبارها قمة أدوات القياس"(سام، 2006، صفحة 261)

فغاستونباشلار يدعو إلى تجاوز الواقعية، إذ العلم بالنسبة له يستخلص من البنية الداخلية لمفاهيمه، وليس من الظواهر المعطاة كمادة خام، وبين كيف أن العلم الفيزيائي المعاصر يتجه من العقلانية إلى التجربة، وبأنه بناء عقلي وهذا انطلاقا من أن "منابع الفكر العلمي المعاصر تنتمي إلى ميدان الرياضيات"(عابد، 2006، صفحة 436)، وهذه الأخيرة تشكل الأرضية الصلبة التي تقف عليها البناءات المفاهيمية للفيزياء المعاصرة، وخلص باشلار إلى أن الفيزياء لم تعد علما يتعاطى مع وقائع، بل إن النشاط العلمي أصبح مقادا بالعقلانية الرياضية التي تختلف تماما عن العقلانية التقليدية، وعلى حد تعبيره "إن انجاز برنامج من التجارب، برنامج منظم تنظيما عقلانيا، يحدد واقعا تجريبيا خاليا من أي عنصر لا عقلاني"(عابد، 2006، صفحة 469).فالعلم يدرس الواقع من خلال سيرورته وتطوره ضمن شبكة علاقات، أي أنه واقع مبني أو مصطنع.

لقد انبثق عن النظرية الكمية تصور عقلاني متعلق في جوهره بطبيعة التفكير الابستمولوجي المعاصر، هذه الخصوصية لازمت بنية المفاهيم المتعلقة بهذه النظرية التي ارتبط إدراكها للواقع الفيزيائي بالجانب العقلاني الذي ينأى عن الواقع الحسي الساذج.

2-2 التفسير الواقعي: أينشتاين والواقعية الفيزيائية

يعتبر ألبرت أينشتاين أكبر مدافع عن الموقف الواقعي للعالم الفيزيائي، وهو تصور يقول بإمكانية وصف الواقع كما هو، كما كان أيضا خصما كبيرا لمدرسة كوبنهاجن بزعامة بور، ولعل أبرز ما يميز فلسفة أينشتاين هو فصله التام ما بين عالم الذات وعالم الموضوع، أي بين المدرِك والمدرَك، فموضوع الفيزياء عالم واقعي مستقل وله وجوده الفعلي حتى لو لم نلاحظه، وهذا ما تعترض عليه مدرسة كوبنهاجن بقوة، إذ لا تعتبر صحة هذا الموقف لأن الذات والموضوع كما رأينا في تصورها، يتداخلان في علاقة متفاعلة. إن استقلال عالم الرصد الذاتي هو حجر أساس في موقف اينشتاين، لهذا يؤمن صاحب النسبيتين بأن العالم الموضوعي يخضع كليا إلى علاقات السببية والحتمية، ولعل عبارته الشهيرة تلخص الكثير في مواقفه حيث قال : "إن الله لا يلعب النرد"، معربا بهذه الجملة عن اعتراضه على ما طرحته جماعة بور القائلة بعالم لا حتمي ولا سببي، فتفسير كوبنهاجن غير تام بالنسبة لأينشتاين، لأن فكره الفلسفي "الذي تنتظم حوله كل تحليلاته يقوم على أن العالم واقعي ومعقول، أي أن الفكر له القدرة على النفاذ في هذا العالم وأن يقدم له تمثيلا حقيقيا ولو كان مؤقتا".(**Louis-Gavet, 2009, p. 121**)

فأينشتاين يؤمن بأن العقل يمكنه فهم حقيقة الواقع الموضوعي وإدراك النظام الدقيق الذي يحكمه، وانطلق من أن الواقع في العالم الصغروي ليس اقل انتظاما من ما هو عليه في العالم اللامتناهي في الكبر الذي نحيا فيه ونأتلف معه، كما شدد على اعتقاده بأنه يمكننا البرهنة على أشياء في الواقع des éléments de réalité، لم تضعها مدرسة كوبنهاجن في حسابها، فهذه الأخيرة لا تخبرنا ولا تطلعنا عما يمكن معرفته عن الواقع، لهذا وصف أينشتاين تفسيرها بعدم الاكتمال"incomplète" وكتب يقول: "العلم المتعارف عليه هدفه الوحيد تحديد ما يوجد". (**Etienne, 2014, p. 52**)

إن كلمة اينشتاين "ما يوجد"، "ce qui est"، هي معيار الواقع الفيزيائي، بمعنى أن نقطة الانطلاق عنده ليست المكونات المبنية افتراضيا بل هي "الخصائص العامة للظواهر الطبيعية الموجودة امبريقيا، والتي تنتج منها المعايير الرياضية المصاغة"(**Einstein, 2014, p. 71**)، فلا يمكن الحديث عن أي مكون من مكونات هذا الواقع، مثلا سرعة جزيء، إلا إذا قابله مقدار محدد في الصياغة الرياضية للنظرية، سواء تمكنا من قياس هذا المقدار أم لا، وبهذا المعنى

المذكور يعتبر اينشتاين أن النظرية الفيزيائية تصف موضوعيا الواقع، وعلى حد تعبيره:" كل عنصر من الواقع الفيزيائي يجب أن يكون له مقابل في النظرية الفيزيائية"(**Klein, 1991, p. 99**)،وهذا هو معنى أن تكون النظرية كاملة وتامة.

لم يتقبل اينشتاين نتائج تفسيرات مدرسة كوبنهاجن لميكانيكا الكم، وظل مدة طويلة يحاول إثبات أن النظرية الكمية ناقصة ومتناقضة مع نفسها، وسعى لأن يبرهن عبر عدد من التجارب الذهنية، وكان بارعا في تصور هاته التجارب، عن واقعية العالم الذري وحتمية القوانين التي تحكمه، فخصائص النظرية الفيزيائية عند أينشتاين لا بد أن تتصف أساسا بأربع خصائص:

الواقعية le réalisme، الاكتمال la complétude، التموضع la localité، والحتمية. وأبحر عن موقفه هذا سجال ونقاش كبير مع رائد تفسير كوبنهاجن نيلز بور وعرفت هذه السجالات باسم: حوارات أينشتاين – بور"Bohr-Einstein debate"، هذه المناقشات ذات أهمية كبيرة لفلسفة العلوم نظرا للطابع الفلسفي المطروح بين الفيزيائيين الكبيرين.

وعن طريق هذه المفارقة أراد اينشتاين أن يبرز واقعية العالم الكمي نفسه وبأنه تنقصه بعض العناصر التي اعتبرها خفية والتي لم تمكنا وسائل التجربة من معرفتها. فالنظرية الكمية غير مكتملة ومؤقتة بالنسبة لأينشتاين، فقد سعى بقية حياته في البحث عن نظرية أكثر أساسية يمكنه توحيدها مع النسبية العامة ليكتمل وصف الواقع الفيزيائي بدقة، وهذا الواقع يجب أن يشتمل موضوعيا على عناصر من الواقع الفيزيائي، وقدمت المفارقة تعريفا لهذا المعيار الذي يحدد معنى مفهوم "عنصر من الواقع" élément de réalité"، وهذا التعريف في نظرهم هو معيار تحديد اكتمال النظرية الكمية، والذي يقول: "إذا استطعنا التنبؤ بشكل يقيني بقيمة مقدار فيزيائي، دون أي تأثير على النظام، إذن يوجد عنصر من الواقع الفيزيائي يقابل تلك الكمية الفيزيائية"(**d'Espagnat, 2015, p. 79**)، أي أن اينشتاين أراد أن يعرف العنصر الواقعي بإرجاعه لمقادير فيزيائية ملاحظة.إلا أن نيلز بور لم يطل ورد على هذه المفارقة آنذاك، وجوابه "تمثل أساسا في رفضه للفرضية الثالثة، واعتباره أن التموضع الذي تقول به غير وارد: ميكانيكا الكم ليس موضعيا". (**Omnès, 2000, p. 243**)

كما اعترض بور على النتيجة التي توصل إليها أصحاب المفارقة بالقول بعدم اكتمال ميكانيكا الكم، وبوجه أخص على معيار تعريف الواقع الفيزيائي بقوله: "معيار الواقع الفيزيائي الذي اقترحه اينشتاين، بودولسكيBorisPodolsky(1896-1966) وروزنNathanRosen (1909-1995)يتضمن غموضا مرتبطا بالعبارة "دون التأثير على النظام. من الواضح أن المسألة ليست متعلقة في مثل هذه الحالة بالتأثير الميكانيكي للنظام المدروس أثناء المرحلة الأخيرة للقياس. لكن حتى في هذه المرحلة، السؤال الجوهري يرتبط بالتأثير على الشروط التي

تحدد الأنواع الممكنة للتنبؤات المتعلقة بالسلوك المستقبلي للنظام"(**Kassem, 2000, p. 98**)،وهذا نابع من "اقتناعه أنه ليس بإمكاننا إكمال الصياغة الكمية دون أن نهدم منطقها الداخلي"(**Aspect, 2016, p. 23**)

وقد ذكرنا سابقا أن بور يرى أن ميكانيكا الكم تقوم على تجربة كلية لها منطقها الخاص، أين يتداخل الذاتي بالموضوعي في عملية القياس بشكل سياقي كما رأينا، لكن أصحاب المفارقة يرفضون فرضية السياقية hypothèse de la contextualité، ويرون أن الواقع الفيزيائي يرد إلى الأنظمة كما هي مستقلة عن الملاحظ، "فما يجب البرهنة عليه هو الواقع الموضوعي غير الملاحظréalité objective non observée، وليس الواقع الملاحظ، الذي لم تصفه ميكانيكا الكم بشكل كامل". (**Bachtold & Michel, 2005, p. 402**)

إن محور الخلاف بين اينشتاين وبور تمحور حول مبدأ التعالقالكمي intrication quantiqueونتائجه الفيزيائية والفلسفية، هذا المصطلح الذي وضعه أولا الفيزيائي النمساوي اروين شرودنجر"ErwinSchrödinger (1887-1961).

النظام المتعالق له خصائص لا يمكن أن تفهم على أنها خصائص فردية لمكوناته، "فنتائج القياس المطبقة على أحد مكونات النظام تكون مرتبطة بنتائج القياسات المعمولة في نفس اللحظة على باقي أجزاء النظام" ,**Coudreau**) (**2007, p. 38**، هذا "التأثير الآني الذي وصفه اينشتاين بالتأثير الشبحي عن بعد"(ميشيو، 2013، صفحة 50)، ينفي كل مقومات الفيزياء كما يتصورها أنصار المدرسة الواقعية المحلية وعلى رأسهم أينشتاين، فكيف لجسمين منفصلين أن يتآثرا دون أي وسائط بينهما، وهذا ما جعل اينشتاين يفترض وجود متغيرات خفية تجعل هذا التأثير معقولا، ولهذا وصف هو وزميليه روزن وبودولسكي ميكانيكا الكم بعدم الاكتمال، لكن التجارب المخبرية أكدت مبدأ اللاتموضع-non localitéالذي تنبأت به ميكانيكا الكم بطريقة رياضية مذهلة، وبالتالي قوضت مبدأ التموضع principe de localité، الذي آمن به اينشتاين.

لقد حدث تغير كبير في عالم الكم سنة 1964، لما قام جون بيلJohn Bell (1928-1990) (عالم فيزياء ايرلندي)، بتقديم اقتراحات بطريقة رياضية للكشف عن وجود المتغيرات الخفية، التي في حالة ما ثبت وجودها في الصياغة النظرية لميكانيكا الكم، يلزم منه القول بالطبيعة الواقعية الموضعية القائمة على مبدأ السببية في عالم الكم، وعلى حد تعبير ألان أسبكت"-Alain Aspect1947" "لقد حولت أعمال بيل الحوار بين أينشتاين وبور من مجال الابستمولوجيا إلى مجال الفيزياء التجريبية"(**Aspect, 2016, p. 23**)، فلم تعد الإشكالية متعلقة بموقف فلسفي يتراوح بين واقعية اينشتاين ووضعية بور، بل أصبح بالإمكان حسم الصراع تجريبيا.

ويعرف اقتراح بيل في عالم الفيزياء بمتباينة بيل، les inégalités de Bell وبحسب هذه المبرهنة "ميكانيكا الكم وفرضية الانفصال الموضعي للأنظمة الفيزيائية المتفاعلة يقفان على طرفي النقيض "(**Paty, 2003, p. 44**)

وقد توصل بيل من خلال فرضه أن متباينته ليست صحيحة، وفرضه كان هدفه التحقق من مبدأ التموضع ووجود متغيرات تحقق بشكل سببي التآثر بين الجسيمات الكمية، وكان هذا العمل أول إعلان عن صحة ما ذهبت إليه مدرسة كوبنهاجن بقيادة بور.

أما ثاني حقيقة تجريبية أكدت انتصار تفسير بور، فكانت تجربة الفيزيائي الفرنسي ألان أسبكت، و ذلك سنة 1982، في معهد البصريات، إذ برهنت تجربة أسبكت عن صحة ظاهرة التعالق الكمي وصحة مبدأ اللاتموضع، ومن ثم كانت أقوى جواب علمي عن مفارقة اينشتاين وزميليه EPR، فقد أثبتت هذه التجربة أن حسابات ميكانيكا الكم صحيحة، وبأن هناك انتهاكا لمتباينة بيلviolation des inégalités de Bell،وأن مفهوم التعالق واقعي، فالجزيئات يمكنها الارتباط والتشابك عبر الفضاء، وأن قياس جزيء يمكنه أن يؤثر في شريكه المرتبط به corrélation، كما لو أن المسافة بينهما معدومة، وهذا ما صدع رأس اينشتاين ولم يتقبل إمكانية حصولهلشدة غرابته، حيث إن تجربة أسبكت والتجارب السابقة عليها "تضع بالتأكيد صورة مختلفة للعالم عما نعرفه في حياتنا اليومية بالفطرة، وتخبرنا أن الجسيمات التي كانت في وقت ما مرتبطة ببعضها في تداخل تظل بطريقة ما أجزاء من نظام واحد، تتجاوب معا في تداخلات أخرى". (جون، 2010، صفحة 249)

إن نقاش بور اينشتاين لم ينته عقب وفاتهما بصفة نهائية، لأنه في صميمه نقاش فلسفي مفعم بميتافيزيقا تبحث عن فهم مدلولات الأشياء والمفاهيم التي تعبر عنها، فقضايا طبيعة النظريات الفيزيائية، وهدف العلم الأسمى ومسألة اكتمال ميكانيكا الكم أو لا، كيف نفهم هذا العالم المحيط بنا وهل هو قابل للفهم أصلا؟، فاختلاف التصورين نابع من موقف اينشتاين الواقعي حتى النخاع في مقابل لاواقعية بور antiréalisme de Bohr، التي تنظر للكيانات الكمية على أنها غير موجودة في ذاتها، واعتبر أن مفاهيم العالم الكلاسيكي لا يمكنها أن تتواءم مع عالم الكم، بل إن كل مفارقات ميكانيكا الكم ناجمة عن استخدام لغة الفيزياء الكلاسيكية في وصف العالم الكمي.

مثل هذه التساؤلات لا يتصور أن لها كلمة فصل نهائية، فتدخل الوعي البشري في تشكيل صور العالم يجعل المسألة أكثر تعقيدا مما نتصور.

خاتمة

لقد ساهمت النظرية الكمية في تقدم العقل البشري لمقاربة مفهوم الحقيقة من الزاوية الفيزيائية من جهة ومن الممارسة الابستمولوجية من جهة أخرى، فكلا المقاربتين ساهمتا بقدر الإمكان في الاقتراب من الحقيقة الفيزيائية لعالمنا المدرك، فتجلت العقلانية من زاوية الإبداع الحر للنظرية الفيزيائية المعاصرة، وتجلت الواقعية في التعبير عن موضوعية العالم الفيزيائي.

فنظرية النسبية العامة لأينشتاين التي قدمت الإطار النظري لفهم العالم الخارجي في أبعاده الكبرى، وميكانيكا الكم التي تحاول فهم العالم في أبعاده الصغرى، كلتا النظريتين "تشكلان أساس التقدم الهائل في الفيزياء خلال المائة عام الماضية–التقدم الذي فسر تمدد السماوات من جهة، وفسر البنية الأساسية للمادة من جهة أخرى–غير متوافقتين" (برايان و تر: فتح الله ، 2005، صفحة 47)، وهذا ما استحث علماء الفيزياء للبحث عن نظرية توحد بين نسبية اينشتاين وميكانيكا الكم، لعلهم بهذا يكشفون عن وجه العالم الفيزيائي المتخفي وراء الحجب.

إلا أن القول بحقيقة مطلقة فيما يخص عالم الفيزياء، سواء كانت المقاربة عقلانية أو واقعية يبقى بعيد المنال، وهذا الذي أكده البناء الفلسفي المعاصر للنظرية الكمية في تعاطيها مع الظواهر والوقائع الفيزيائية، بل وأعاد بشكل أساسي الجدلية الابستمولوجية بين الفكر والواقع وبين العلم والفلسفة.

قائمة المراجع:

1. Aspect, A. (2016, Octobre-December). le débat Einstrein-Bohr est complètement clos. Revue de dossier pour la science, 93.
2. Bachtold, M., & Michel, B. (2005). Le possible l'actuel et l'événement en mécanique. thèse de doctorat, philosophie, Paris. Récupéré sur http://tel.archives-ouvertes.fr
3. Coudreau, T. (2007, novembre). Domestiquer l'intrication quantique. Revue pour la science, p. 38.
4. d'Espagnat, B. (2015). A la recherche du réel. Paris: Dunod.
5. Duhem, P. (2016). La théorie physique: son objet. Récupéré sur http://www.ac-nancy-metz/enseign/philo.fr
6. Einstein, A. (2014). Comment je vois le monde. Flammarion.
7. Etienne, K. (2014). Le monde selon Etienne Klein. Paris: éditions des equateurs.
8. Herbert, N. (1987). Quantum reality: Beyond the new physics. Anchor Books. Retrieved from www.4shared.com
9. Kassem, T. B. (2000). qu'est-ce que la mécanique quantine. Vrin.
10. Klein, E. (1991). Conversations avec le sphinx: les paradoxes en physique. Albin Michel.
11. Louis-Gavet, G. (2009). Comprendre Einstein. Paris: Eyrolles.
12. Lurçat, F. (2001). Niels Bohr et la physique quantique. Paris: Le seuil.
13. Omnès, R. (2000). Comprendre la mécanique quantine. EDP science.
14. Paty, M. (2003). La physique du 20 siécle. France: EDP science.
15. الجابري، محمد عابد. (2006). مدخل إلى فلسفة العلوم. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية.
16. أومنيس رولان. (2008). فلسفة الكوانتم. (باشا تر: أحمد فؤاد، المترجمون) الكويت: سلسلة عالم المعرفة.
17. باجلز هينز. (1989). رموز الكون. القاهرة: الدار الدولية للنشر.
18. تريمان سام. (2006). من الذرة إلى الكوارك. (تر: أحمد فؤاد باشا، المترجمون) الكويت: سلسلة عالم المعرفة.
19. جريبين جون. (2010). البحث عن قطة شرودنجر. (تر: فتح الله الشيخ وعبد الله السماحي، المترجمون) القاهرة: كلمات عربية للترجمة والنشر.
20. سالم، يفوت. (1986). فلسفة العلم المعاصرة. بيروت: دار الطليعة.
21. غرين، برايان، و الشيخ تر: فتح الله . (2005). الكون الأنيق. لبنان: المنظمة العربية للترجمة.
22. كاكو ميشيو. (2013). فيزياء المستحيل (المجلد 399). (تر: سعد الدين خرفان، المترجمون) الكويت: سلسة عالم المعرفة.