مقاربات جدلية في فلسفة العلوم

أ. د. فاطمة إسماعيل محمد إسماعيل
أستاذ فلسفة العلوم المتفرغ
كلية البنات للآداب والعلوم والتربية- جامعة عين شمس.

تمهيد:

السؤال الرئيس الذي يجيب عنه بحثي: كيف نقرأ فلسفة العلوم في جدل المفارقة؟

قبل الولوج في البحث نمهد بطرح العديد من التساؤلات التي قد تساعدنا في الإجابة عن التساؤل الأساسي. وأهم هذه التساؤلات: ما معنى المفارقة؟ هل تغير مفهوم المفارقة ذاته وتطوّر عبر الزمن من عصر إلى آخر، طبقاً للمجال أو الحقل الذي تحدث فيه المفارقات؟؟ وهل المفارقات في العلم ، سواء الفيزيائي أو الرياضي أو في العلوم الإنسانية تحمل الطابع ذاته؟؟ هل يُمكن الإمساك بمفهوم نهائي للمفارقة؟ هل يمكن أن يتفق الفلاسفة على معنى محدد للمفارقة Paradox ؟ هل المفارقة معضلة Aporia؟ هل المفارقة نقيضة Antinomy ؟ وهل نقائض الفلسفة هي نقائض المنطق؟ ما دور الصياغة اللغوية والمنطقية للنقيض؟ هل يمكن استبعاد النقيض؟ وهل يختلف معنى المفارقة عن المعنى الوارد في عبارة "جدل المفارقة"؟ هل المفارقة تستلزم معنى التناقض أو التعارض في مضمونها؟ هل جدل المفارقة يقوم على صراع الأضداد لينتهي في نهاية العملية الجدلية إلى تركيب جديد؛ أم أن المفارقة لا تنتهي إلى حسم لصالح أحد الطرفين أو إلى اكتمال الفكرة بالجمع بين الأضداد المتصارعة؟ وهل تختلف المفارقات من علم إلى علم؟ ومن الذي يتحدث عن المفارقة العالم أم فيلسوف العلم؟ هل المفارقة تندرج تحت ما لايمكن تصوره Inconceivable ؟ كفكرة المربع المستدير، لما فيها من تناقض؟ أم أن هناك فرقاً بين ما يصعب تصوره وما لايمكن تصوره، وما لا يمكن معرفته Unknowable؟ أي ما لايمكن بطبيعته أن يكون معرفة، وإن كان موجوداً كالشيء في ذاته عند كانط؟ أم أن المفارقة معضلة Aporia أو إحراج، من حيث إنها إيراد رأيين متعارضين مقامهما عند العقل واحد عن مسألة بعينها؟ أي يراد بها الصعوبة المنطقية التي لاسبيل إلى الخروج منها .

مما لا شك فيه أن المفارقات كامنة في الحياة العادية مادامت تدل على الآراء المخالفة للدلالات المألوفة، ومن الطبيعي أنه لما كانت المتناقضات والمفارقات كامنة في الإنسان ذاته، فإنها لابد أن تكون كامنة في أي عمل يقوم به الإنسان. بل بوسع أي متخصص في أي مجال أن يتحدث عن العديد من المفارقات ، وقد عرفنا العديد من المفارقات عبر تاريخ الفكر الفلسفي ، إن من يقرأ موسوعة الفلسفة، أو أي كتاب عن تاريخ الفلسفة يجد المفارقات تكاد تكون موجودة لدى جميع الفلاسفة؛ لدى سقراط و أفلاطون وأرسطو، وهراقليطس، ونيتشه وهايدجر وكانط وهيجل...إلخ حتى نكاد نسلم بأن المفارقات هي جزء من طبيعة الإنسان، وكأن الوجود كله مفارقات، حتى يمكن القول بأن الوجود

الحقيقي هو وعي بهذه المفارقات، وبالطبع هذا الوعي قابع في قلب الفلسفة ذاتها المفعمة بالمفارقات والتناقضات بين الآراء والمذاهب المتعددة المتصارعة المتعلقة برؤية الوجود والعالم، والمعرفة، والقيم، والحقيقة...إلخ.

لكن هل تدفع المفارقة إلى محاولة إيجاد الحلول أم نكتفي بالعيش في المفارقات؟ إن وجود المفارقات هو في حد ذاته فلسفة لأنه يحرك الفكر نحو ديناميكية منتجة تدعو إلى التأمل في المعنى، وفي الاعتقاد، والدليل، والتناقضات، والمعضلات ، والإحراجات، والمشكلات...إلخ

سأوضح من خلال هذا البحث كيف أن المتناقضات والمفارقات كامنة في العلم، مما انعكس على فلسفة العلم.

لكن بداية ، إذا كنت بصدد الحديث عن فلسفة العلم، لابد من التأكيد على أن العلاقة بين العلم وفلسفته هي علاقة تفاعل وترابط، وارتباط وليست علاقة تطابق؛ العلم وفلسفته كلاهما يرتبط بالآخر ،فلا يمكن أن يعمل العلم بمعزل عن فلسفة العلم، ولايمكن لفلسفة العلم أن تعمل بمعزل عن العلم، مهما اختلف كل منهما في النوع أو في الدرجة. فنجد العديد من المذاهب الفلسفية التي تؤكد التفاعل بين العلم والفلسفة، منهم من يتناول العلم بطريقة فلسفية، ومن يتناول الفلسفة بطريقة علمية، وهناك من فلاسفة العلم الذي جمع الأمرين معاً. (راجع: فاطمة إسماعيل، مشكلة التقدم العلمي،ص ١٧-٣٠).

لكن لأن العلم نشأ في أحضان الفلسفة؛ فإذا أردنا الحديث عن النشأة التاريخية للمفارقة ،بصفة عامة، سنجدها فلسفية بامتياز ،مفارقة الكذاب، مفارقة الغربان Paradox of the ravens، مفارقة الحلاق، المفارقات الكونية ، ويعدّ "جدل المفارقة" فلسفياً بامتياز. ففي تاريخ الفلسفة العديد من المفارقات الجدلية التي تحمل معنى الصراع بين الرأي ونقيضه: جدل النسبي والمطلق، الواحد والكثرة، الوجود والعدم، الحياة والموت، المتناهي واللامتناهي، الفكر والواقع، الجسد والروح، المادي والروحي، الكلي والجزئي....إلخ.

لنقف عند معنى المفارقة؛ معنى المفارقة: Paradox (كما وردت في المعجم الفلسفي، مراد وهبة، ص ٦٩١-٦٩٣).

١. الكلمة في أصلها الإفرنجي مأخوذة عن اليونانية، وتتألف من مقطعين Para ويعني المخالف أو الضد ، ومن doxa ويعني الرأي؛ فيكون المعنى لهذه الكلمة ما يضاد الرأي الشائع. وقد يستعمل للزراية.

٢. في العصر الحديث استخدم الفيلسوف الوجودي سيرن كيركجور هذا اللفظ للدلالة على اللامعقول.

٣. مفارقات رواقية Paradoxes stoiciens مثل قول الرواقيين إن الحكيم يصمد للدهر: لايخاف ولا يرجو، ولا يأسف ولا يندم ، بل يرتفع بنفسه فوق كل شيء، ويحتفظ بحريته.

٤. مفارقة قديمة لأبيمنيدس الكريتي الذي قال، إن كل كريتي كاذب، مما جعل الناس يتساءلون عما إذا كان صادقاً في قوله أم كاذباً.

٥. مفارقة الحلاق Barber paradox للدلالة على مشكلة في نظرية المجاميع set theory تفترض أن حلاق إشبيلية يحلق ذقون كل سكان إشبيليه فيما عدا أولئك الذين يحلقون بأنفسهم، فهل الحلاق يحلق بنفسه؟ إذا كان يحلق لنفسه فهو لا يستعين بحلاق، أي لا يستعين بنفسه. وإذا لم يكن يحلق بنفسه فلابد أن يحلق له حلاق. إذن هو يحلق ولا يحلق بنفسه. إذن القضية الأصلية كاذبة.

٦. ولهذا قيل عن المفارقات في العصر الوسيط إنها ممتنعة الحل insolubilium (مفرد) insolubilia(جمع).

وفي موسوعة الفلسفة لبدوي : المفارقة هي حقيقة تظهر عليها صفة التناقض مع حقائق شائعة أو مسلم بها. أي أن المفارقة هي ما يُضاد الرأي الشائع، وتدخل المفارقات " في العديد من العلوم: في الرياضيات، مثل اللامتناهي؛ وفي الفلسفة مثل مفارقات زينون الإيلي في حججه ضد الحركة؛ وفي اللاهوت الديالكتيكي المسيحي حين يقرر أن الله عاش في أرض فلسطين كإنسان بين سائر الناس (المسيح)" .(عبد الرحمن بدوي، موسوعة الفلسفة، ج٢، ص٤٥٦) ، السؤال الذي يفرض نفسه هنا هل تختلف المفارقات من مجال إلى آخر؟، وهل تجد المفارقات من يدافع عنها؟.بالنسبة لإجابة السؤال الثاني نجد أنصار استخدام المفارقات يدافعون عن مسلكهم هذا بالوسائل التالية:

١. يقولون إن المفارقة صحيحة ومعقولة ومبرهن عليها، لكنها تبدو عكس ذلك لمن لم يفكر بعمق ووضوح. فعلى هذا النحو يدافع الرواقية عن قولهم إن الحكيم هو وحده الحر، ويدافع بولتسانو Bolsano عن مفارقات اللامتناهي بقول الأولين(الرواقية) إن هذا القول يبدو غير معقول فقط عند من لا يفهم المعنى الحقيقي للحكيم

وللحرية؛ ويقول بولتسانو إن مفارقات اللامتناهي لا تبدو غير معقولة إلا عند من لا يفهم المعنى الحقيقي للامتناهي.

٢. أو يقولون إن التناقض الظاهري راجع إلى معنى الألفاظ وعدم دقة التعبير اللغوي.

٣. أو يقولون إن التناقض هو مع قواعد تبدو بينة مُسلماً بها، لكنها ليست في الواقع كذلك، ويختفي طابع التناقض الظاهري ببيان أن ما عدّ مسلمات بيّنات ليس في الحقيقة كذلك.(عبد الرحمن بدوي، موسوعة الفلسفة، ج٢، ص٤٥٦-٤٥٧).

إذن هناك متطلبات يطالب بها أنصار المفارقات تعتمد على: الفهم العميق للمقصود، و دقة التعبير عن المعاني المقصودة، والتمييز بين المسلمات وما هو ليس بمسلمات.

يقول ستاتس بسيلوس : المفارقة Paradox: سلسلة متعاقبة من المزاعم، بحيث إنه إذا أُخذت هذه المزاعم بمعزل عن بعضها البعض بدت بأكملها معقولة وسليمة، لكنها حين تُؤخذ مجتمعة تؤدي إلى التناقض أو العبث. أو بعبارة أخرى، هي حجة Argument تؤدي عن طريق الاستنتاج السليم إلى نتيجة كاذبة من مقدمات صادقة. ويتم حل المفارقة إما برفض بعض المقدمات، أو بالطعن في الاستنتاج الذي أدى إلى النتيجة. (فلسفة العلم من الألف إلى الياء، صص٢٥٣-٤).

على مدار تاريخ العلم وفلسفته نجد العديد من التناقضات والمفارقات، ونجد أيضاً جدل المفارقة الذي يقوم بمحاولات الجمع بين النقيضين، كما ظهر في محاولات توحيد الفيزياء الأرضية والسماوية، والفيزياء والميتافيزيقا (فهما عند ديكارت وجهان لعملة واحدة). ذوبان التفكير الميتافيزيقي للقرن السابع عشر في التفكير الميكانيكي. مشكلة المتصل والمنفصل باعتبارها مشكلة تمحورت حولها الأفكار في الفيزياء ، هل طبيعة تركيب المادة تقوم على الاتصال أم الانفصال؟ ، فكان تاريخ الأفكار والنظريات في العلوم الطبيعية هو تاريخ الصراع بين هذين التصورين، وجدل المفارقة ظهر بوضوح في الفيزياء الحديثة عندما حاولت "التوفيق" بينهما ودمجهما في تصور واحد. تلك اللحظة الجدلية أيضاً في ميدان الضوء: هل طبيعة الضوء : الاتصال أم الانفصال؟ ، قصة الصراع بين النظرية الموجية والنظرية الجسيمية. ومحاولات التوحيد ما هي إلا تعبير عن اكتمال جدل المفارقة ، فكان التوحيد بين فروع ثلاثة من الفيزياء: الكهرباء والمغناطيس والضوء...(راجع: سالم يافوت، ابستمولوجيا العلم الحديث، ص ٦٩-٨٩، أيضاً:عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم، ص ٣٢٧-٣٣٥).

واستمرت الحظات الجدلية كلما تطور العلم، وانعكس ذلك على فلسفة العلم، التي طرحت العديد من التساؤلات منها:

هل التناقضات والمفارقات هي محض تصورات عن الواقع أم أنها موجودة في الواقع؟ ماذا لو ظهر للعقل أن الواقع يتصف بالتناقض والمفارقات؟، هل يذعن العقل لذلك؟، يلجأ البعض إلى تأويل التصورات عن الواقع كي يبعد المفارقة عنه. أما لو تبين أن الواقع يحمل – فعلاً وحقيقة – التناقضات وأصبح العقل عاجزاً عن تقديم التأويلات– وهو ما لا يمكن تصوره – فعندئذ سوف يذعن لهذا الأمر مضطراً، وتصبح التصورات العقلية الأولى عن الواقع تصورات خاطئة. وهذا ما تحاول الأطروحات الفيزيائية لنظرية الكوانتم أن تبديه. وهو أن هناك تناقضاً في الواقع بشكل ما ، كما هو حال ما يعبر عنه بقطة شرودنجر التي تضمنت تصورات عديدة للمفارقات.

لكن هل هي حقاً مفارقات الواقع، أم مفارقات العقل فيما يتصوره عن الواقع إثباتاً أم تخيلاً؟ هل التحول من انفصال الزمان والمكان إلى القول بجمعهما في متصل واحد يُعتبر دليلاً على جدل المفارقة؟، هل القول بالرؤى المختلفة المتصارعة في مشكلة طبيعة المادة ، من حيث إن المادة مؤلفة من ذرات جسيمية، أو أن المادة موجات وليست ذرات، أو أن المادة جسيمات وموجات معاً ، هل يدخل هذا تحت جدل المفارقة؟ هل يعتبر القول بالنظرية الجسيمية في الضوء، والنظرية الموجية مفارقة؟ هل نعتبر تجربة شرودنجر بما تحمله من معانٍ متناقضة دليلاً على المفارقة؟ هل نعتبر ميتافيزيقا العلم نوعاً من المفارقة، أو تعبيراً عن جدل المفارقة الذي يجمع الميتافيزيقا بالعلم؟ ماذا عن مشكلة الموضوعية والذاتية في فلسفة العلم؟

مع التطور الذي حدث في العلم وفلسفته، نجد العديد من المفارقات التي ارتبطت بالتطورات العلمية، وفيما أعتقد أن من المفارقات الصارخة في فلسفة العلم ما يتعلق بقضية "الفهم"، و "فهم الفهم" ، وبـ "الحقيقة" ذاتها بوصفها هدفاً للعلم والمعرفة العلمية. إذا كانت المفارقة تعني المخالفة لما هو سائد ومألوف، فإن أهم نظريتين في القرن العشرين: النظرية النسبية (الخاصة والعامة)، ونظرية الكم، وكل منهما قد خالفت كل ما هو سائد ومعروف؛ فهما كنظريتين علميتين اختلفتا عن كل النظريات التي سبقتهما، وإذا نظرنا إلى ميكانيكا الكم من منظور الهدف العام للعلم والمعرفة وهو "الفهم"، سنجد أن البعض قد صرح بأنها نظرية غير مفهومة وتتسم بالغموض. إنها تتحدث عن كيانات على درجة بالغة من الصغر حتى إنه لايمكن رؤيتها بالعين المجردة حتى قوالب البناء الأساسية للمادة، الجسيمات المكونة،

التي يُصنع منها كل ما في الكون. وهذه الجسيمات تشمل الذرات، والجزيئات، والنيوترونات، والبروتونات، والإلكترونات، والكواركات، وكذلك الفوتونات– وهي الوحدات الأساسية للضوء؛ أقول: هل هي مجرد أسماء أطلقها العلماء أم هي أشياء ؟ هل عالم الكم غير واقعي؟ لقد أدخلتنا نظرية الكم، أو ميكانيكا الكم عالماً جديداً غريباً أصبحت فيه فجأة كل قوانين السلوك المألوفة لدينا غير صحيحة.

مدرسة كوبنهاجن:

"مدرسة كوبنهاجن" كانت تضم العديد من رواد ميكانيكا الكم التفوا حول نيلز بور، وأرسوا عدّة فرضيات و مبادئ تخص ميكانيكا الكوانتم .

ظهرت عدّة مشاكل في تلك المبادئ منها مشكلة القياس؛ الإلكترونات حسب مبدأ دي برولي تسلك السلوكين الموجي و الجُسيمي، هُناك تجربة طُبقت من قبل العالمين دافسون وجيرمر لإثبات هذا الكلام، و فعلاً تبينت صحته في التجربة المشهورة تجربة الشق المُزدوج، تخبرنا هذه التجربة أن الإلكترونات تخرج من فتحتي كل شق، وتصنع تداخلات على الشاشة، والتداخل صفة موجية وليس جُسيمية، ولكن حين يتم رصدها "قياسها" تُغير الإلكترونات من طبيعتها الظاهرية الموجية إلى الطبيعة الجُسيمية. فما الذي حدث فعلاً ؟؟

جاء تفسير كوبنهاجن يقول إن الجسيم لا يُمكن تحديده بدقة، فحقيقته تظل احتمالية تذبذبية قبل القيام بالقياس "الرصد"، حيث يقول نيلز بور إنه لا يمكن الحديث عن الشيء أو التنبؤ بوجوده ما لم يتم قياسه. وبالتالي من غير الممكن الفصل بين حالة الجسيم ووضعه والقياس الذي يُجرى عليه، فكلاهما يخضعان إلى نظام واحد. بعدها تطور مفهوم نيلز بور حتى أصبح الاحتمال جُزءًا لا يتجزء من بُنية الواقع الكمي ، إذ لم يعد يفسر بوصفه قياسًا للمعرفة البشرية أو الجهل، بل هو جوهر ومحتوى العالم المجهري. فالواقع الكمي واقع احتمالي.

الله لا يلعب النرد

أينشتاين يرفض ذلك الكلام رفضًا قاطعًا ونهائيًا، وخصوصًا مبدأ هايزنبرج، مبدأ اللايقين، "إن الإله لا يلعب النرد" عبارة أطلقها أينشتاين مُتصورًا أنهُ لابد من إمكانية تحديد المتغيرات الديناميكية في العالم تحديدًا دقيقًا، لذا عزم على إظهار أخطاء تلك المدرسة، فأخذ يُهاجمها بالحُجّة تلوَ الحُجة.

مُفارقة EPR:

أحد البراهين التي جاء بها أينشتاين وبودولوسكي وروزون فيما سُميت لاحقاً مُفارقة EPR؛ (إي، بي، آر مختصر لاسم آينشتاين وبودولوسكي وروزون) كان ذلك البرهان قد زعزع مدرسة كوبنهاجن، فهو مُتناسق جدًا بطرحه و معقول جدًا، حيث تنص المفارقة – ببساطة على ما يلي:

الجسيم مُتعادل الشحنة ينحل الى جسمين يتحركان باتجاهين متعاكسين و لكل منهما المقدار نفسه من كمية الحركة حسب مبدأ حفظ كمية الحركة (الطاقة):

Ù Ø³Ù Ø¬Ø© Ø¨Ø-Ø« Ø§Ù ØµÙ Ø± Ø¹Ù E.P.R
Ù Ù Ø§Ø±Ù Ø

فلو قمنا بقياس كمية الحركة لأحد هذين الجسمين على نحو دقيق، معنى ذلك أن الجسيم الآخر الذي لم نقم بقياس كمية حركته له كمية الحركة نفسها للجسيم الأول؛ أي أن الجسيم الثاني الذي لم نقم بقياسه و لم نُجر عليه التجربة، ولكنّنا عرفنا كمية حركته! وهذه النتيجة تتعارض مع (تفسير كوبنهاجن لنظرية الكوانتم).

أين يقع التعارض بين مُفارقة EPR وتفسير كوبنهاجن؟

التعارض يكمن في أن مدرسة كوبنهاجن تقول بأن حالة الجُسيم تبقى حالة تراكبية من عدّة حالات قبل عملية الرصد أو القياس، رصد الجسيم و إخضاعه للقياس هو ما يكشف حالة واحدة و يلغي بقية الحالات، وهذا ما أسموه إنهيار الدالة الموجية .

لكن هذه التجربة الذهنية كانت تهدف إلى إثبات متغيرين ديناميكيين في آنٍ واحد بعكس ما يقول مبدأ اللايقين. فلو نفرض أننا أخذنا جُسيمين مُتشكِلَين من طاقة مُعينة، وبذلك يكون العزم الزاوي الكُلي للجُسيمين يجب أن يبقى ثابتًا حسب مبادئ الحفظ، نُفرّق بين الجُسيمين و نُبقي على الآخر. في الحالة قبل القياس(قبل أن نقيس العزوم) يكون الجُسيمان يمتلكان حالة مُتراكبة من العزوم، أي يكون عزمهُما للأعلى وللأسفل في الوقت نفسه. لنفرض إننا قُمنا بقياس عزم الجسم الأول فوجدناهُ للأعلى، حينها يُمكننا معرفة عزم الجسم الثاني حتى دون قياسه. كيف أمكن ذلك؟

المُفترض أن الجسم الآخر حالته غير معروفة ومتراكبة لكلا الحالتين(أعلى وأسفل)، وهذا مُخالف لما ذهبت إليه مدرسة كوبنهاجن من عدم وجود أي قيمة مُحددة لأي كمية مُتغيرة قبل عملية القياس، كما أنهُ يُمكن قياس موقع الجسم الأول ومن خلاله يمكن معرفة

موقع الجسم الآخر، وكذلك بالنسبة لكمية الدفع (الزخم) وهذا مُخالف لما ينص عليه مبدأ اللايقين. وكأن معرفتنا بمعلومات الجسم الأول (عزمه) قد حددت معرفتنا بمعلومات الجسم الثاني لحظياً .

كيف أمكن نقل المعلومة من أحد الجُسيمات إلى الآخر ؟ كيفَ عرف الجُسيم البعيد بأننا عرفنا معلومات(عزم) الجُسيم القريب منّا، و اختار لنفسه العكس منها لحظياً (دون زمن)؟ كيف انتقلت تلك " المعرفة" من الجُسيم القريب إلى الجُسيم البعيد(حتى لو كان في نهاية الكون) لحظياً و بأسرع من سرعة الضوء ؟ وهذا يُخالف تماماً ما تنص عليه النسبيةُ الخاصة حيث تقول إنَّهُ لا يوجد جسم يمكن أن يسير أسرع من الضوء. لا يُمكن لمعلومة أن تنتقل من جسم لآخر بأسرع من سرعة الضوء . وهذه ما يُسمى بالمحلية .

لقد أصبح الملاحظ يؤثر في سلوك المادة، لقد لاحظ الفيزيائيون الذين قاموا بدراسة مستوى الكم أشياء غريبة عن هذا العالم. أولاً: لاحظوا أن الجزيئات تأخذ أشكالاً مختلفة بشكل اعتباطي. على سبيل المثال، لاحظ العلماء أن الفوتونات (رزم صغيرة من الضوء) تتصرف كجسيمات وكأمواج!، لم يعد هناك استبعاد متبادل لنوعين مختلفين، بل هناك تناوب في الحالة، حتى الفوتون المفرد يقوم بهذا التناوب. تخيل أنك ظاهر وتتصرف كإنسان صلب حينما ينظر إليك صديق، لكن حينما يلتفت إليك ثانية تكون تحولت إلى غاز! هذا ما عُرف بمبدأ اللايقين لهايزنبرج Uncertainty. لقد اقترح الفيزيائي "فيرنر هايزنبرج" أنه بمجرد ملاحظة المادة الكمية، فنحن نؤثر في سلوكها. وبالتالى، فنحن لا يمكن أن نتأكد تماماً من طبيعة الشئ الكمي ولا صفاتهِ المميزة، مثل السرعة والموقع. وهنا نجد اختلافاً كبيراً في معنى الملاحظة؛ لقد اختلفت من ملاحظة حسية مباشرة تراها الأعين، وتخضع للتجربة المباشرة، وللتجربة الحاسمة، إلى "أثر الملاحظ" الذي أصبح يؤثر في سلوك المادة وفي النتائج.

هذه الفكرة تم دعمها بتفسير كوبنهاجن لميكانيكا الكم . هذا التفسير طرحه الفيزيائي الدنماركى "نيلز بور"، أن الجسيمات الكمية لا تتواجد على حالة واحدة معينة أو على حالة أخرى، لكن في كل هذه الحالات المحتملة في الوقت نفسه. إجمالي مجموع الحالات للشئ الكمى يسمى دالة الموجة wave function. وحالة الشئ الموجود في كل حالاته الممكنة في الوقت نفسه، تسمى بالوضع الفائق superposition.

طبقا لبور، حينما نقوم بملاحظة شيء كمي، فنحن نؤثر في سلوكه. الملاحظة تقوم بكسر حالة الوضع الفائق للشئ، وتجبره على اختيار حالة واحدة من دالة الموجة الخاصة

بـه. تفسر هذه النظرية لماذا يحصل الفيزيائيون على قياسات متضاربة من الشئ الكمي نفسه: فالشيء الكمي يختار حالات مختلفة أثناء عمليات القياس المتتالية.

وعلى حد قول أمير أكزيل Amir D. Aczel ؛ يغدو دخول هذا العالم الجديد الغريب متناهي الصغر خبرة مربكة ومحيرة مثل قصة "مغامرات أليس في بلاد العجائب". وفي عالم الكم غير الواقعي، المفارقة أننا نجد أن الجسيمات موجات والموجات جسيمات. وبذلك فإن شعاعاً من الضوء هو معاً موجة كهرومغناطيسية تتموج في الفضاء وكذلك تيار من الجسيمات الدقيقة يتحرك مسرعاً صوب الرائي. بمعنى أن بعض التجارب أو الظواهر الكمية تكشف عن الطبيعة الموجية للضوء، في حين أن البعض الآخر يُظهر الطبيعة الجسيمية لنفس الضوء، لكنها لا تكشف أبداً المظهرين معاً في الوقت نفسه. ومع هذا، قبل أن نخضع شعاعاً من الضوء للملاحظة، فإنه يكون معاً موجة وتياراً من الجسيمات.(أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ص ٧-٨).

ويتسم كل ما في عالم الكم بالغموض؛ فثمة خاصية ضبابية لكل الكيانات ، سواء كانت ضوءاً، أو إلكترونات، أو ذرات، أو كواركات. كما أن مبدأ عدم التحدد (أو عدم اليقين)، هو المبدأ السائد في ميكانيكا الكم، حيث لايمكن رؤية معظم الأشياء أو الإحساس بها أو معرفتها بدقة، بل فقط من خلال الاحتمال والمصادفة الضبابيين. وأصبحنا أمام منطق جديد، منطق ضبابي غائم، وأصبحت نتائج التنبؤات العلمية ذات طبيعة إحصائية تُطرح بلغة الاحتمالات. وأصبح التنبؤ فقط بأكثر المواقع احتمالاً التي يوجد بها الجسيم، وليس موقعه بالضبط، ولم يعد من الممكن على الإطلاق تعيين موقع الجسيم، وكمية حركته بمنتهى الدقة. (أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ص٨).

لكن هل يمكن أن تزول الضبابية التي تتخلل عالم الكم؟ يقول أمير أكزيل: "إن الضبابية التي تتخلل عالم الكم لايمكن لها أن تزول، فليس هناك "متغيرات خافية"، يمكن عند معرفتها أن تزيد درجة الدقة بحيث نتجاوز الحد الطبيعي الذي يتحكم في عالم الكم، ذلك أن عدم التحدد، والغموض، ووجود الاحتمالات، والتشتت؛ جميعها ببساطة لايمكن أن تزول، فهذه العناصر – الملغزة والغامضة والمتحجبة– هي جزء متمم لأرض العجائب هذه" (أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ص ٨– ٩).

ويشير أكزيل إلى ما هو أكثر صعوبة في تفسيره وهو التراكب الغامض لحالات النظم الكمية. فإن إلكتروناً (وهو جسيم أولي سالب الشحنة) أو فوتوناً (وهو كم من الضوء) يمكن أن يكون في تراكب من حالتين أو أكثر. ونحن لم نعد نتحدث عن "هنا أو هناك"، ففي عالم

الكم نتحدث عن "هنا وهناك". بمعنى ما ، فالفوتون– وهو جزء من تيار للضوء يلتمع على حائل ذي ثقبين، يمكن أن يمر خلال الثقبين في الوقت نفسه، بدلاً مما يتوقع من احتمال مروره من الثقب الأول أو الثاني.والإلكترون الذي يتخذ مداراً حول النواة من المحتمل أن يكون في أماكن عديدة في الوقت نفسه.(أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ص ٩).

تم قبول تفسير بور على نطاق واسع، واحتفظ بقبول غالبية مجتمع علماء الكم. ولكن بعد حين، أخذت نظرية العوالم المتعددة لإيفريت بعض الاهتمام الجدي. وهكذا لقد ظهرت نظرية منافسة ، ويحق لفيلسوف مثل لاري لودان أن يؤكد أن وجود النظريات المنافسة هو القاعدة وليس الاستثناء، فهناك تعددية في النظريات التي تقول بتعددية العوالم.

وضعت هذه التجربة بور ورفاقه في موقف حرج جداً ، وكان لها انعكاسها على الفيزياء الكونية، فظهرت المفارقات الكونية Cosmological Paradoxes في نظرية الأكوان المتعددة (التي هي عبارة عن مجموعة افتراضية متكونة من عدة أكوان متوازية لكل كون طبيعة فيزيائية خاصة به تختلف عن الآخر)، إن تلسكوباتنا قادرة على رؤية ما أقصاه أقل من ١٤ مليار سنة ضوئية ، لكن ماذا يوجد بعد ذلك؟ نعرف من كل ما توصل إليه العلماء بأن الكون نشأ من الانفجار العظيم ، لكن ماذا كان هناك قبل ذلك؟ أسئلة حاول الفلاسفة ورجال الدين والمفكرون في مختلف العصور الإجابة عنها: ماذا يوجد فيما وراء كوننا الذي نراه؟ وكيف جاء الكون؟ ومن أين؟ يعتقد العلماء أننا اليوم قادرون على إعطاء تفسيرات منطقية ومتوازنة وبعيدة كل البعد عن الأفكار التي كانت سائدة في الماضي.

حتى وقت قصير مضى، كان كل ما يشغل العلماء هو دراسة الكون بما يحتويه، وبما يحكمه من قوانين فيزيائية، وبما حدث بعد الانفجار العظيم قبل ١٣.٨ مليار عام، أما الآن فقد بدأ العلم في اقتحام مجال كان حكراً على الفلسفة والأديان: ماذا كان هناك قبل ولادة الكون ؟ وماذا يوجد خارج نطاق حدوده المعروفة؟

في كتابه: "المادة والعقل" يرى بونجي أن نظرية الكم أثارت العديد من المفارقات Paradoxes، فقد أدت إلى نتائج مضادة لما هو حدسي. كما يرى أن الميكانيكا الكلاسيكية ونظرية المجال بدت أيضاً متسمة بالمفارقة عند نشوئها؛ إذ كيف لجسم، حالما يوضع في حركة، أن يبقى متحركاً من دون أن يكون مدفوعاً أو مجذوباً؛ كيف يستطيع القمر أن يسبب الفياضانات عن بعد؛ كيف يمكن أن توجد موجات كهرومغناطيسية غير التي تتوقف على أساس الأثير؛ وكيف يمكن أن يترك نظام لذاته ليصبح متمرداً على نحو متزايد؟ تبين في نهاية الأمر أن هذه المفارقات وغيرها مجرد أفكار غير متسقة مع الحدس أو الحس المشترك، أي أنها في نظر بونجي معرفة بالية.(ماريو بونجي: المادة والعقل، ص١٩٢).

وهنا نجد العديد من المفارقات الناتجة عن تصورات ورؤى متعددة مختلفة ومتناقضة حول المادة والعقل.

ويقف بونجي عند بعض مفارقات الكم، التي يرى أنها مربكة بسبب عدم الألفة، والتي يرجعها إلى ما أسماه "التفسير الذاتي" الذي قدم في الثلاثينيات من القرن العشرين عن طريق مدرسة كوبنهاجن التي قادها بور وهيزنبرج. وهي تقع كلها تحت عنوان "أثر الملاحظ". موضحاً الفرق بين معنى "الملاحظة" لدى الواقعي، ولدى التابع لمدرسة كوبنهاجن والمعروف من هذه المفارقات: هو تحلل الدالة الموجية (function wave collapse، وقطة شرودنجر Schrodinger's cat، ومفارقة زينون الكمية quantum zeno paradox. يؤكد بونجي أن كل مفارقات الكم هي صورة منوعة للعبتين مألوفتين تستخدمان أشياء تضفي الطابع العشوائي. وهذه الألعاب إما كلاسيكية، مثل العملة المقلوبة في الهواء بالظفر، أو ميكانيكية– كمية مثل تأثيرات النشاط الإشعاعي. ويحلل بونجي الحالتين فيميِّز في لعبة العملة ثلاث مراحل: قفز العملة (والتي يمكن ميكنتها لتفادي الميل)، وطيران العملة، وهبوط العملة. وسوف نوافق جميعاً على أنه خلال الطيران، يكون للحلات النهائية، الوجه والظهر، الاحتمال ذاته، أعني ٢/١. وينشأ الاختلاف فقط عندما يطرح السؤال: ما احتمال رؤية الوجه عندما تهبط العملة؟ سيرد التابع لمدرسة كوبنهاجن أن الملاحظة تسببت في أن تهبط العملة إما على الوجه أو الظهر نحو الأعلى، وأن أي حادثة لها احتمال ٢/١. وعلى العكس، سيقرر الواقعي أن الملاحظة، على خلاف التجربة، ليس لها تأثير سلبي. وسوف يقرر أيضاً أنه حالما تهبط العملة، يتلاشى الاحتمال الواقعي أو الفيزيائي. ولذلك يرى بونجي أن اللايقين قد انتقل من العملة إلى العقل الذي يتجاوز إدراك أو فهم الفيزياء. والمؤمن بالخرافات هو وحده الذي يميل إلى الاعتقاد بأن اللاعب ، بقوة عقل محضة، يستطيع أن يجبر العملة على إظهار أي جانب حالما تهبط.(المادة والعقل، ص١٩٣).

وهكذا كما نرى ينتقد بونجي هذه الآراء العلمية على أساس أنها تفسيرات عقلية ذاتية، مجرد أفكار لاتتسق مع الحدس أو الحس المشترك، فهي معرفة بالية تنطوي على مفارقات.

كذلك تكون المادة المظلمة رغم، الاعتقاد بأنها تشكل ٩٥%من المادة الكلية في الكون. وتسمى "مظلمة" لأنها لا تبعث الضوء ولا تعكسه، ولكن من المعروف أنها توجد لأن الأجسام المرئية تدور حولها. والتفسير المفضل هو أنها تتألف بصورة أساسية من جسيمات مادية متفاعلة بعنف. وبالطبع بونجي المُخلص للمادية والنزعة العلمية لايشك في أنه سوف يتم الكشف عن شيء أكبر حول المادة المظلمة بفضل التفاعل المألوف بين الملاحظة

والنظرية، ويرى أنه في الوقت الحاضر فإن الدروس الفلسفية الوحيدة التي يتعين استخراجها من اكتشاف المادة المظلمة هي أن هذه المادة تأتي في مجموعة منوعة كبيرة من الأنواع. (المادة والعقل، ص١٩٥).

من هنا كانت مقارنته بين المادية مقابل المثالية ، موضحاً أنه مهما كانت قوة الرياضيات في وصف العالم الخارجي ، إلا أنها تهمل المقوم الأساسي في أي نظرية فيزيائية، ألا وهو تفسير بعض رموزها في حدود كائنات فيزيائية وخصائصها، كما هو الحال عندما يفترض المرء أن "En تدل على طاقة الذرة في حالتها nth". وهو يرى أن مثل هذه الجسور بين الرمز والواقعة غائبة عن الرياضيات البحتة، وذلك بسبب بسيط وهو أن الموضوعات الرياضية ليس لها خواص فيزيائية. وهذا هو السبب في أنه من غير المعقول أن نجرب ونقيس طاقة العدد مثلاً. لذا يؤكد وجود تفسيرات بديلة لميكانيكا الكم (بونجي،المادة والعقل، ص١٩٥).

لذلك ينتقد بونجي بشدة التفسير الصوري الرياضي للنظرية الفيزيائية لأنه يعتقد أن الكون عقلي، وأن الواقع برمته– الحاضر والماضي والمستقبل– هو أثر الملاحظ. وما دام المذهب العقلي ليس في حاجة إلى معامل وملاحظات يتساءل بونجي: هل يمكن أن نجد أي تأييد تجريبي للتفسير الذاتي لميكانيكا الكم؟

يقارن بونجي بين نظريتين تشتركان في الصورية الرياضية ذاتها ولكنهما تختلفان في تفسيرها، لينتهي إلى أنه إذا كانت الافتراضات الدلالية لتفسيرها مادية وواقعية، فإن المؤشرات المناظرة سوف تكون بين متغيرات فيزيائية، على حين أنه إذا كانت تفسيراتها مثالية وذاتية، فسوف تكون المؤشرات المناظرة مقترنة بعلاقات بين متغيرات سيكولوجية. في الحالة الأولى ستكون الاختبارات ملاحظات وتجارب فيزيائية، مثل قياسات الخطوط الطيفية أو قياسات أشعة الجسم. وفي الحالة البديلة، حيث تكون تفسير الافتراضات الدلالية مثالية وذاتية، سوف نؤدي اختبارات سيكولوجية، أو نتأمل فحسب ذواتنا.(المادة والعقل، ص١٩٧).

ويتساءل بونجي: ماذا عسى أن يكون نوع الإجراء التجريبي ، السيكولوجي أو الفيزيائي، الذي سيعتبر منتجاً للدليل التجريبي الملائم للنظرية موضوع البحث؟ هنا يترك الإجابة للقارئ الذي يقرر بنفسه ما إذا كان الفيزيائيون الذين يختارون أياً من التفسيرات يؤدون الاختبارات التجريبية التي تؤيدها أو تكذبها. وبهذه الطريقة سيكون قادراً على مراجعة ما إذا كان الفزيائيون موضوع البحث يمارسون الفلسفة التي ينادون بها. وعلى هذا النحو، سوف يعتمد القرار النهائي حول ما إذا كان الكون فيزيائياً أم عقلياً على حجم ميزانية

المجرب: إذا كانت الميزانية كافية، ربما يقدر على أداء تجربة فيزيائية، ويستنتج أن الفيزياء تدرس المادة، في حين إذا كانت ميزانية الفيزيائي قليلة، ربما لايفكر إلا في أفكاره الخاصة ويستنتج أن الكون عقلي، كما تمسكت دائماً مدرسة كوبنهاجن. وبذلك تكون الذاتية أرخص بكثير من الموضوعية كما يرى بونجي(المادة والعقل، ص١٩٨).

وهكذا ينتقد بونجي هذه الآراء العلمية السابقة على أساس أنها تفسيرات عقلية ذاتية، مجرد أفكار لاتتسق مع الحدس أو الحس المشترك، فهي معرفة بالية تنطوي على مفارقات. لكن هل ما يقوله بونجي صحيح؟

متعدد الأكوان في نظرية العوالم المتعددة Many Worlds Theory:

في عام ١٩٥٤، كان هناك مرشح لشهادة الدكتوراه من جامعة برنسيتون اسمه هيو إيفريت Hugh Everett جاء بفكرة جذرية: أنه يوجد أكوان متوازية، بالضبط شبه كوننا. كل هذه الأكوان على علاقة بنا، في الواقع هي أكوان متفرعة منا، وكوننا متفرع أيضاً من أكوان أخرى. خلال هذه الأكوان المتوازية، حروبنا لها نهايات مختلفة عن ما نعرف، الأنواع المنقرضة في كوننا تطورت وتكيفت في الأكوان الأخرى، وفي تلك الأكوان ربما نحن البشر أصبحنا في عداد الفصائل المنقرضة.

كان إيفريت بتقديم نظريته عن الأكوان المتوازية يحاول الإجابة عن سؤال صعب متعلق بفيزياء الكم: لماذا الأجسام الكمية تتصرف بشكل غير منضبط؟ إيفريت الشاب اتفق مع ما اقترحه الفيزيائي القدير نيلز بور عن عالم الكم. هو وافق على فكرة الوضع الفائق وأيضاً فكرة دالة الموجة. لكن إيفريت اختلف مع بور في نقطة حيوية أخرى. بالنسبة لإيفريت؛ فقياس الشئ الكمى لا يجبره على اتخاذ حالة معينة أو أخرى. وبدلاً من ذلك، فقياس الشيء الكمى يسبب تفرعًا حقيقيًا في الكون. فالكون تم نسخه تماماً إلى كونين، وكل واحد من الكونين يمثل نتيجة محتملة للقياس. على سبيل المثال، لنفترض أن دالة الموجة لشئ ما هي من جسيم وموجة. حينما يقوم الفيزيائي بقياس هذا الشئ، فهناك نتيجتان محتملتان: إما أن يلاحظ هذا الشئ كجسيم، أو كموجة.

حينما يقوم الفيزيائي بملاحظة الشئ، ينقسم الكون إلى كونين اثنين لتلبية الاحتمالين. وعلى ذلك، فالعالم الفيزيائي في أحد الكونين وجد أن الشئ تم قياسه على أنه موجة. أما العالم الفيزيائي المشابه في الكون الآخر، فقد قاس الشئ على أنه جسيم. وهذا أيضاً يفسر لماذا يتم قياس الشئ الواحد على أكثر من حالة. هذا الفارق، هو ما يجعل نظرية العوالم المتعددة لإيفريت منافسة لتفسير كوبنهاجن، كتفسيرين لميكانيكا الكم.

على قدر الإثارة التي قد تبدو عليها، فنظرية العوالم المتعددة لإيفريت لها معانٍ ضمنية بعد المستوى الكمى. فلو هناك حدث له أكثر من نتيجة محتملة، إذن – لو نظرية إيفيرت صحيحة– الكون سيتفرع حينما يتم هذا الحدث. وهذا يحدث حقيقة حتى لو اختار الفرد أن لا يقوم بأي فعل. وهذا يعنى أنك لو تعرضت لموقف يكون فيه الموت نتيجة محتملة، إذن ففى كون موازٍ لنا، أنت ميت. هذا مجرد سبب واحد يجعل البعض يشعر بالانزعاج تجاه نظرية العوالم المتعددة.

الوجه الآخر المزعج أيضاً في تفسير العوالم المتوازية أنه يهدم مفهومنا الخطي عن الزمن. تخيل أن خط الزمن يعرض تاريخ حرب فيتنام. فبدلاً من خط زمنى مستقيم يعرض أحداث جديرة بالملاحظة تتقدم للأمام، فخط الزمن حسب نظرية العوالم المتعددة يتفرع ليعرض كل نتيجة محتملة لكل حدث تم. ومن هنا، كل نتيجة محتملة لحدث تم، ستؤرخ. لكن الشخص لا يستطيع أن يكون مدركًا لتوائمه الآخرين – أو حتى موته شخصياً– الموجودة في أكوان موازية. إذن كيف نستطيع أن نعرف أن نظرية العوالم المتعددة صحيحة؟ التأكيد على أن هذه النظرية ممكنة نظرياً، حدث في التسعينيات عن طريق تجربة فكرية thought experiment (تجربة متخيلة تستخدم لإثبات أو تفنيد فكرة ما نظرياً) اسمها الانتحار الكمى quantum–suicide.

وكما نعرف أن العديد من فلاسفة العلم أشادوا بما يسمى "تجارب الفكر"،(راجع توماس كون تجارب الفكر ،في كتاب إيان هاكينج، الثورات العلمية) هذه التجربة الفكرية جددت الاهتمام بنظرية إيفيرت. التي اعتبرت هراءً لسنوات عديدة. ومنذ أن تم إثبات إمكانية العوالم المتعددة، توجه الفيزيائيون والرياضيون إلى البحث في المعانى الضمنية للنظرية في العمق. لكن نظرية العوالم المتعددة ليست النظرية الوحيدة التي تريد أن تشرح الكون. وأيضاً ليست الوحيدة التي تقترح وجود أكوان موازية لنا. هناك أيضاً نظرية الأوتار string theory وأيضا يمكن أن نجد أشباه لنا في الأكوان الموازية.

متعدد الأكوان في نظرية الأوتار String Theory:

إن تفسير كوبنهاجن لا يعد التفسير الوحيد المنافس في محاولة شرح المستوى الأولي من الكون. في الحقيقة، حتى ميكانيكا الكم ليست المجال الوحيد في الفيزياء الذي يبحث عن مثل هذه الشرح. النظريات التي ظهرت من دراسة الفيزياء تحت الذرية ما زالت نظريات. وتسبب هذا في أن مجال الدراسة انقسم بكثرة إلى العديد من النظريات التي لها مؤيدين ونقاد، لقد انشغل الفيزيائيون بعد تطور العلوم بعكس هندسة الكون reverse

engineering، ودرسوا ماذا يمكن أن يلاحظوا وعملوا من الخلف تجاه مستويات أصغر وأصغر في العالم الفيزيائي. ويحاول الفيزيائيون بذلك أن يصلوا للمستوى النهائي والأكثر أولية. وهو المستوى الذي يأمل الفيزيائيون أن يساعدهم على تأسيس فهم كل شيء آخر.

بعد نظريته الشهيرة عن النسبية، قضى ألبرت أينشتاين بقية حياته باحثاً عن المستوى النهائي الذي سيجيب عن كل الأسئلة الفيزيائية. أشار الفيزيائيون إلى هذه النظرية الشبحية باسم نظرية كل شيء Theory of Everything. فيزيائيو الكم يعتقدون أنهم على طريق اكتشاف هذه النظرية النهائية. لكن مجال آخر من الفيزياء يعتقد أن المستوى الكمى ليس هو المستوى الأصغر، ولذلك هو لا يمكن أن يمدنا بنظرية كل شيء. بدلاً من ذلك، تحول هؤلاء الفيزيائيون إلى مستوى نظرى تحت الكم، يسمى نظرية الأوتار، من أجل الإجابة عن كل ما في الحياة. الشئ المدهش أن هؤلاء الفيزيائيين خلال أبحاثهم النظرية أيضاً استنتجوا – مثل إيفيرت– وجود الأكوان المتوازية!

مستوى تحت الكم ونظرية الأوتار:

نظرية الأوتار أنشئت بواسطة الفيزيائي اليابانى–الأمريكي ميشيو كاكو. نظريته تقول إن كتل البناء الأساسية لكل المواد، وأيضاً لكل القوى الفيزيائية في الكون – مثل الجاذبية– موجودة في مستوى تحت الكم. هذه الكتل البنائية تشبه أربطة مطاطية صغيرة جداً – أو أوتارًا– وهي التي تصنع الكواركات (جسيمات كمية)، وتباعاً الإلكترونات، والذرات، والخلايا وهكذا. ويتحدد بالضبط أي نوع من المادة ينتج بواسطة الأوتار، وكذلك سلوك هذه المادة، حسب تذبذب هذه الأوتار. وتتذبذب الأوتار فتؤدي إلى نشوء القوى المختلفة الحاكمة للكون. بهذه الطريقة فإن كوننا بأكمله عبارة عن عزف موسيقى. ووفقاً لنظرية الأوتار فهذا العزف يحدث عبر ١١ بُعدًا منفصلاً. مثل نظرية العوالم المتعددة، فنظرية الأوتار تُظهر وجود الأكوان المتوازية.

فهذه الأبعاد تلتف حول نفسها بحيث لا ندركها في عالمنا. وبما أن الكون يحتوي على هذه الأبعاد المختلفة بهندساتها العديدة والمتنوعة، وعلماً بأن قوانين الطبيعة تعتمد على هندسة الطبيعة، فمن المتوقع أن تُشكِّل هذه الأبعاد العديدة أكواناً مختلفة في قوانينها وحقائقها. هكذا تؤدي نظرية الأوتار إلى نتيجة أنه توجد أكوان عديدة ومختلفة. بالإضافة إلى ذلك، يشير كاكو إلى حقيقة أنه تم اكتشاف بلايين من الحلول لمعادلات نظرية الأوتار، وكل حلّ من هذه الحلول يصف كوناً متناسقاً رياضياً ومختلفاً عن الأكوان الأخرى التي تصفها الحلول الأخرى للنظرية. هكذا، تدل نظرية الأوتار على وجود أكوان عدة.

وفقاً للنظرية، فكوننا يشبه فقاعة بجانب أكوان موازية شبيهة. وعلى نقيض نظرية العوالم المتعددة، فنظرية الأوتار تفترض أن هذه الأكوان يمكنها أن تكون على اتصال مع بعضها البعض. نظرية الأوتار تقول إن الجاذبية يمكنها التدفق بين هذه الأكوان المتوازية. وحينما تتفاعل هذه الأكوان، فإنه ينشأ انفجار كبير مثل الذي خلق كوننا.

لكن هل تمكن العلماء من رصد ذلك؟؟ حينما يستطيع الفيزيائيون صنع آلة تستطيع رصد المواد الكمية، فالأوتار تحت الكمية ستظل بعيدة عن الملاحظة، وبالتالى النظرية القائمة عليهم، وهذا يجعلهم نظريين كلية. البعض رفض هذا، والبعض الآخر يعتقد أنه صحيح. ألا يدخل هذا تحت جدل المفارقة؟

غير أن أكثر الظواهر إرباكاً في عالم الكم المحير هو الظاهرة المسماة بالتعالق entanglement. حيث يوجد جسيمان تفصل بينهما مسافة قد تكون كبيرة جداً، ربما حتى ملايين أو مليارات الأميال، إلا أنهما مرتبطان معاً على نحو غامض، فما يحدث لأحدهما يتسبب على الفور في تغيير يطرأ على الجسيم الآخر. (أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ص ٩).

في عالم الكم يتعين أن نترك جانباً كل مفاهيمنا السابقة عن العالم المستقاة من خبراتنا وأحاسيسنا، وبدلاً من ذلك ندع الرياضيات تقود طريقنا، فالإلكترون يحيا في فضاء مختلف عما نحيا فيه، يعيش هو وغيره من الجسيمات والفوتونات فيما يطلق عليه الرياضيون فضاء هلبرت Hilbert space . وفضاء هلبرت هذا الذي أنشأه علماء الرياضيات على نحو مستقل عن الفيزياء، يبدو أنه يصف جيداً القواعد الغامضة لعالم الكم، وهي القواعد التي لا يكون لها معنى بالنظر إليها بالعين التي تدربت من خلال خبراتنا اليومية. لذا فإن الفيزيائي الذي يعمل مع النظم الكمية يعتمد على الرياضيات لاستخراج تنبؤات من نتائج التجارب أو الظواهر، نظراً لأن هذا الفيزيائي نفسه لايمتلك حدساً طبيعياً عما يحدث داخل ذرة أو شعاع من الضوء أو تيار من الجسيمات. ونظرية الكم تنطوي على اتهام لأخص مفاهيمنا عما يكون العلم؛ لأننا لا نستطيع أن "نفهم" أبداً وحقاً السلوك الغريب للجسيمات بالغة الدقة. كما أنها تتهم أدق أفكارنا عما يشكل الواقع. ماذا تعني "الحقيقة" في سياق وجود الكيانات المتعالقة التي تعمل بتناغم حتى لو كانت تفصلها مسافات شاسعة؟

وكما يؤكد أكزيل أن نظرية الكم في حد ذاتها، وبخاصة مفهوم التعالق، أمر بالغ الصعوبة على فهم أي شخص– حتى بالنسبة إلى الفيزيائيين المتمرسين أو الرياضيين– ... إن بعض ألمع العلماء في الوقت الحاضر أنفقوا كل حياتهم وهم يعملون في التعالق؛

والحقيقة أنه حتى بعد عقود من البحث، فمن الصعوبة بمكان أن نجد من يستطيع أن يصرح بأنه يفهم نظرية الكم فهماً تاماً. إذ إن هؤلاء الفيزيائيين يعرفون كيف يطبقون قواعد ميكانيكا الكم في العديد من الحالات، ويستطيعون إجراء الحسابات والتوصل إلى التنبؤات إلى درجة عالية من الدقة، وهو أمر نادر في بعض المجالات الأخرى، بيد أنه حتى هؤلاء العلماء اللامعين، كثيراً ما يعترفون بأنهم لا يفهمون حقاً ما يحدث في عالم الكم.(أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ص١٣).

مما لاشك فيه أن العقل يسعى لنفي المفارقات عن المسلمات الأساسية. فكل مفارقة يكتشفها العقل ستعبّر عنده عن خطأ ما، فإما أن يرجع الخطأ إلى الموضوع المسلم به، أو إلى اكتشاف العقل ذاته، وبالتالي كان لا بد من البحث عن الاتساق الذاتي وإبعاد المفارقة.

لذلك يحق أن نميز مع إدنجتون بين عالمين: العالم المألوف والعالم العلمي الذي كشفت عنه الفيزياء، بيد أن عالَم الفيزياء نفسه عالم متغير متحول بما تكشف عنه الفيزياء كل يوم من جديد. المهم هو العلاقة بين العالمين العالم المرئي المحسوس المألوف وعالم العلم.هل هي علاقة استبعاد أم علاقة ترابط، أم علاقة تناقض؟ هل حديث العلماء عن العالم يُعد حديثاً واقعياً أم رمزياً؟ من أين يبدأ التساؤل العلمي؟ هل يبدأ من الواقع، أعني من العالم المألوف أم من العقل؟؟ هل يستعير الفيزيائي المادة الخام من العالم المألوف أم أن مادته لم تعد من هذا العالم؟

يرى إدنجتون أن هناك فارقاً ضخماً بين طاولتي العلمية بمادتها (إن كانت هناك)، تلك المتناثرة في تخلخل في بؤر في منطقة أغلبها فراغ، وطاولة المفاهيم اليومية التي نعتبرها كنموذج للواقع الصلب...لست في حاجة أن أخبرك أن الفيزياء الحديثة من خلال اختبارات دقيقة ومنطق لا يتعاطف قد طمأنتني إلى أن طاولتي الثانية العلمية هي الوحيدة التي توجد هناك– أيا ما قد يكون معنى "هناك". على الجانب الآخر لست في حاجة إلى أن أخبرك أن ذلك العلم الحديث لن ينجح في طرد تلك الطاولة الأولى– ذلك المركب الغريب للطبيعة الخارجية، والتصور العقلي، والحكم المسبق الموروث– تلك الطاولة المرئية لعيني والملموسة لقبضتي. علينا أن نودعها ب (صحبتك السلامة) في الوقت الحالي، حيث إننا على وشك التحول من العالم المألوف إلى العالم العلمي الذي كشفت عنه الفيزياء، هذا الذي هو– أو المقصود به أن يكون–عالم خارجي بالكامل. (سير آرثر ستانلي إدنجتون: طبيعة العالم الفيزيائي، ص٢٢).

يقول إدنجتون:"نتحدث بشكل متناقض عن عالمين، أليسا بالفعل ملمحين أو ترجمتين للعلم الواحد نفسه؟" يجيب بقوله:" بلى ، وبلا شك، في النهاية سوف يتم الوصول لذلك بعد بعض التعديل. لكن العملية التي تحول بها العالم الخارجي للفيزياء إلى عالم معروف في ألفة الوعي البشري، هي خارج منظور الفيزياء. وكذلك العالم المدروس وفق مناهج الفيزياء منفصل عن العالم المألوف للوعي، حتى بعد أن يُنهي الفيزيائي عمله عليه. لذلك يعتبر إدنجتون الطاولة موضوع البحث الفيزيائي منفصلة بالكلية عن الطاولة المألوفة، دون حكم مسبق في مسألة تعريفهما النهائي. من الصحيح أن التساؤل العلمي يبدأ من العالم المألوف، وفي الختام يجب أن يعود إلى العالم المألوف؛ لكن جزء الرحلة التي كلف بها الفيزيائي يقع في سلطان غريب.

حتى وقت قريب كان هناك رابط أكثر وثاقة؛ استخدمه الفيزيائي كي يستعير المادة الخام لعالمه من العالم المألوف، لكنه لم يعد يفعل ذلك. باتت مواده الخام هي الأثير، والإلكترونات، والكوانتا، والجهود، ودوال هاميلتون، وما إلى غير ذلك. وهو حالياً حريص في توجس على حماية هذه المواد من التلوث بمفاهيم مستعارة من العالم الآخر. هناك طاولة مألوفة توازي الطاولة العلمية، لكن لا وجود لإلكترون مألوف، أو كم مألوف، أو جهد مألوف توازي الإلكترون العلمي، أو الكم العلمي، أو الجهد العلمي. إننا لانرغب حتى في تشكيل نظائر مألوفة لهذه الأشياء– أو كما اعتدنا أن نقول– لا نرغب في تفسير الإلكترون. ربما يكون الربط بالعالم المألوف، أو تعريف ما توصلنا إليه مسموحاً، بعد أن أنهى الفيزيائي بناء العالم تماماً؛ لكن أي محاولة مبكرة وغير ناضجة للربط كشفت عن ضرر جسيم. يهدف العلم إلى تشييد عالم رمزي لعالم الخبرة المألوفة. ليس من الضروري على الإطلاق أن يمثل كل رمز مفرد مستخدم شيئاً في الخبرة المشتركة أو حتى شيئاً يمكن تفسيره وشرحه باصطلاحات الخبرة المشتركة. دائماً ما يطالب رجل الشارع بهذا، بتفسير ملموس للأشياء المشار إليها في العلم؛ لكن ولأسباب ضرورية يجب أن يصيبه الإحباط دون ذلك. (إدنجتون: طبيعة العالم الفيزيائي،صص٢٣-٢٤).

لكن هل أصبح العالم الخارجي للفيزياء عالماً من الظلال، كما يرى أدنجتون؟. إنه يرى أن المادة هي واحدة من أعظم توهماتنا. ربما يكون الواقع حقاً طفلاً لايمكن أن يستمر في الحياة دون رعاية التوهم. لكن إذا كان الحال كذلك، فهو لايعني العالِم إلا قليلاً، ذلك الذي لديه منطقه الجيد والكافي للسعي وراء اختباراته في عالم الظلال، وهو راضٍ بترك تحديد وضعه المضبوط فيما يتعلق بالواقع للفيلسوف. بل يرى أن الإدراك الواضح بكون

العلم الفيزيائي معني بعالم من الظلال هو أحد أكثر المنجزات الحديثة أهمية. لا أقصد أن الفيزيائيين مشغولون بأي قدر بتداعيات ذلك الفلسفية. من وجهة نظرهم هو ليس تراجعاً عن ادعاءات لايمكن الدفاع عنها بقدر ما هو تأكيد لحرية التطور المستقل. في اللحظة الراهنة لا ألح على الطبيعة الرمزية والمبهمة والمليئة بالظلال لعالم الفيزياء بسبب حمولة ذلك الفلسفية، لكن بسبب أن العزلة عن المفاهيم المألوفة سوف تتجلى ظاهرة في النظريات العلمية التي عليّ وصفها. إذا لم تكن مستعداً لهذه العزلة والانفصال، فمن المحتمل أن تفقد تعاطفك وتفهمك للنظريات العلمية الحديثة، وربما تظنها حتى سخيفة- كما أحسب أن كثيراً من الناس يفعلون. (إدنجتون: طبيعة العالم الفيزيائي،صص ٢٤-٢٥).

وهكذا نجد أنفسنا أمام مشكلة أثارتها فلسفة العلم عن العلاقة بين عالم العلم والعالم المألوف، بين لغة العلم واللغة المألوفة، بين أشياء العالم المحسوسة المجسدة وأشياء العلم المخترعة!!.

هل مع التطور العلمي، خاصة في الفيزياء الكونية، تغيرت روح العلم ذاته، عندما طرح العديد من العلماء بعض التساؤلات التي تدخل في صميم فلسفة العلم؟ فنجد براين جرين ، في كتابه: (الواقع الخفي الأكوان الموازية، ص١٩٦) : يتساءل: "هل من المقبول علمياً الحديث عن كون متعدد، عن نهج يقضي بوجود عوالم يستحيل الولوج إليها، ليس فقط من الناحية العملية؛ وإنما، في حالات عدة، من الناحية النظرية كذلك؟ هل فكرة وجود كون متعدد قابلة للاختبار أو الدحض؟ هل القول بوجود كون متعدد يمدنا بقوة تفسيرية من دونه لن نمتلكها؟ والمفارقة هنا أن هذه العوالم التي يستحيل ولوجها ، والمقترحات غير القابلة للاختبار أو الدحض، والتي تقول بوجود عوالم خفية...تعد بعيدة كل البعد عن العلم"، وهنا يرد المؤيدون لمثل هذه النظريات بقولهم:"إنه رغم أن الطريقة التي يتصل بها أي كون متعدد مع المشاهدات ربما تكون مختلفة عما نألف في حالة المقترحات محل التقدير- إذ قد تكون غير مباشرة أكثر، أو أقل وضوحاً، أو قد تتطلب محالفة الحظ لبعض التجارب المستقبلية"(الواقع الخفي، ص١٩٦)، وهنا نجد معنى المفارقة وهي أن روح العلم ذاته أصبحت مضادة لما هو مألوف. وهنا أصبح على العلماء أن يحددوا موقفهم من مقترح الكون المتعدد بناء على الدور الجوهري للعلم ، هل العلم معني بالعثور على مواطن الشذوذ في عمل الكون، بحيث يفسر الكيفية التي تضيء بها هذه المواطن، وتعكس قوانين الطبيعة الأساسية؛ ويختبر القوانين المزعومة عن طريق طرح تنبؤات يمكن التحقق منها أو دحضها من خلال مزيد من التجارب والمشاهدات؟. المفارقة أن حقيقة العملية الفعلية للعلم أصبحت

أقل تنظيماً من هذا بكثير، إن الفكرة العامة للكون المتعدد تشتهر بكونها مستحيلة الاختبار، هذا يعني أن عجز العلم عن الوصول إلى أي كون آخر بخلاف كوننا ، لا يختلف كثيراً عن الحديث عن الأشباح أو الجنيَّات.هذه هي المشكلة المحورية.(الواقع الخفي، ص١٩٧).

هل يمكن التفكير على نحو منهجي في مدى مشروعية الأطر النظرية التي ترى أن كوننا جزء من كون متعدد، علاوة على قابلية هذه الأطر للاختبار ونفعها؟ كيف يتم التعامل منهجياً مع تسع نسخ للأكوان المتعددة؟: ١- الكون المتعدد المنسوج، ٢- الكون المتعدد التضخمي، ٣- الكون المتعدد الغشائي ، ٤- الكون المتعدد الدوري، ٥- كون المشهد المتعدد،٦- الكون المتعدد الكمي، ٧- الكون المتعدد الهولوجرفي، ٨- الكون المتعدد المُحاكَى، ٩- الكون المتعدد المطلق.(الواقع الخفي، ص٣٥٥).

والمفارقة أن تحاشي هذه الأكوان المتعددة أصبح أصعب من العثور عليها؟ .

وهناك مفارقة وصلت إلى أبعاد مذهلة. منذ الانفجار العظيم، ما زال الانفجار العظيم يمثل أفضل تفسير علمي لكيفية نشوء كوننا، وتتلخص فكرته بأن جسيمات الكون انبثقت من نقطة واحدة، ثم شكلت بمرور الزمن ذرات ثم جزيئات وكواكب ونجوم. واستنادًا إلى نظرية النسبية العامة لأينشتاين، يفترض أن تؤثر قوى الجاذبية لهذه الجسيمات تدريجيًا في الكون، مما يبطئ معدل تمدده. لكن الكون يتوسع، وهذا عكس ما هو متوقع، في العام ١٩٩٨وجد العلماء أن معدل التوسع في الواقع يتسارع خلافًا لما تتوقعه النظرية، ولم يكن لديهم أي فكرة عن السبب، لذلك، أعزوا سبب التسارع إلى قوة غير مرئية سموها «الطاقة المظلمة.» Dark Energy توصل العلماء إلى اسم – الطاقة المظلمة – للعامل الغامض الذي يسمح للكون بالتمدد بسرعة كبيرة والتي تقدر بحوالي ٧٠ ٪ من محتويات الكون. في النموذج القياسي ، تحكم الطريقة التي يعمل بها الكون أربع قوى أساسية : القوة الكهرومغناطيسية Electromagnetic، والقوة النووية القوية Strong Force والقوة النووية الضعيفة Weak Force، وقوة الجاذبية Gravitational Force، ثلاث من هذه القوى الأربع لديها جسيمات حاملة، يمكن ملاحظتها. القوة الضعيفة لديها بوزونات، القوة القوية لديها الغلونات. القوة الكهرومغناطيسية لديها فوتونات. الرابعة وهي الجاذبية ، افتراضاً الجسيمات الحاملة لها تسمى جرافيتون، في نظرية النسبية العامة لأينشتاين الجرافيتون يجب أن يكون بلا كتلة، غير أنه مع التطورات العلمية ومحاولات العلماء الباحثين استطاعت عالمة بريطانية في الفيزياء النظرية، كلوديا دي رام De Rham ، من كلية إمبريال بلندن طورت نظرية جديدة أن تحل أحد أكبر أسرار الكون الغامضة: لماذا يتسارع معدل توسع الكون بدلًا من أن يتباطأ كما يجب أن يفعل وفقًا لقوانين الفيزياء المعروفة. وتعدّل النظرية المعروفة باسم

«الجاذبية الهائلة» Massive Gravity نظرية النسبية العامة لأينشتاين لإيجاد حل لهذه المفارقة. وتستبعد نظرية الجاذبية الهائلة للعالمة دي رام، الحاجة إلى الطاقة المظلمة، بتغيير في معادلات نظرية أينشتاين للنسبية العامة؛ فبدلاً من افتراض أن الجرافتونات أو الجسيمات الافتراضية المسؤولة عن قوة الجاذبية، عديمة الكتلة –كما افترض أينشتاين– اقترحت دي رام أن لها كتلة معينة. وأوضحت لصحيفة الجارديان، أن هذه الفرضية ستتيح إمكانية نسب التأثير الغامض المسؤول عن تسارع توسع الكون إلى الجاذبية ذاتها بدلًا من نسبها إلى الطاقة المظلمة.

وحصلت الفيزيائية «كلوديا دي رام» من كلية إمبريال بلندن على جائزة قدرها ١٠٠ ألف دولار، مكافأة على جهودها المتواصلة لتطويرها. إذا كان الجرافيت له كتلة ، فمن المتوقع أن يكون للجاذبية تأثير أضعف على نطاقات المسافات الكبيرة جدًا، وهو ما قد يفسر لماذا لم يتم كبح تمدد الكون. تقول دي رام: "إن أحد الاحتمالات هو أنك قد لا تحتاج إلى طاقة مظلمة – أو بالأحرى ، فإن الجاذبية نفسها تؤدي هذا الدور".

لم تكن دي رام أول من حاول إنشاء نموذج عملي لنظرية الجاذبية الهائلة؛ ففي عام ٢٠١١، نشرت هي وزملاؤها دراسة مهمة عن هذا الموضوع قادت إلى إجراء أبحاث أخرى لاحقة. ويمثل هذا العمل إنجازا خارقا في سعي دام قرنا من الزمان لبناء نظرية عمل للجاذبية الهائلة. على الرغم من الجهود المتتالية ، فإن الصيغ السابقة من النظرية كانت لها ميزة مؤسفة وهي التنبؤ بالانحلال الفوري لكل جسيم في الكون – وهي قضية مستعصية يشير إليها علماء الرياضيات بأنها "شبح". تقول De Rham: "لقد عمل أشخاص أذكياء للغاية على ذلك وكانت الحجج مقنعة للغاية". ولقد تصور الناس أنه من المستحيل أن تنجح هذه الجهود"، وقالت دي رام لصحيفة الجارديان «سيكون إثبات صحة نظرية الجاذبية الهائلة أمرًا مذهلًا، وفي حال تبين العكس سنكون وصلنا إلى فهم أساسي أفضل بكثير للجاذبية، وهي شيء جوهري وأحد الألغاز الكبرى المحيرة اليوم.»[١]، لقد تم التحقق من النظرية رياضياً، لكن البحث عن أدلة يمكن ملاحظتها وتسجيلها يجب أن تدعم هذه النظرية ، لحسن الحظ أننا في عصر يمكن فيه قياس الجاذبية وإن كان بشكل غير مباشر، عبر موجات الجاذبية، مع أدوات UGO، إن مستقبل علم فلك موجات الجاذبية، قد يسمح بقياس ومراقبة الجاذبية وسكونها وآثارها في الكون بطرق قد تفجر هذه القضية بأكملها بشكل مفتوح، مما يساعد على محاولة معرفة ما إذا كانت الجاذبية أكبر مما يبدو[٢].

(1) https://www.physics-pdf.com/2020/01/gravity-theory-solved-impossible-dark-energy-riddle.html
(2) Youtube.com تحت عنوان: ربما كان أينشتاين مخطئاً بشأن الجاذبية.

المفارقة التي نود الإشارة إليها هي أن الميتافيزيقا قد تعرضت لأشد أنواع الهجوم من العلم ذاته في القرن العشرين، حين تم النظر إليها على أنها على طرفي نقيض من العلم الحديث، فالعلم عيني تجريبي والميتافيزيقا تأملية نظرية؛ إنها تحاول فض أسرار الطبيعة دون ملاحظة أو تجربة، فالميتافيزيقا لغة هي ما بعد الطبيعة، وهي في التقليد الفلسفي القديم: البحث عن العلل الآولى، أو البحث في الموجود بما هو موجود، أما اليوم فالميتافيزيقا مصطلح جامع لأي بحث يثير التساؤلات حول واقعية ما لا يمكن التعامل معه بالمنهج العلمي ، وبالطبع فإن المنهج العلمي نفسه قد طالته الميتافيزيقا؛ ألم تفرض طبيعة الموضوعات التي تدرسها الفيزياء المعاصرة تطويراً جذرياً في شكل التجربة ومعناها؛ بل والمعنى الدقيق للموضوعية، وطبيعة دور القائم بالملاحظة. لم يعد العلماء في فيزياء الجسيمات يتعاملون مع ظواهر طبيعية مباشرة؛ بل أصبحوا يقدمون فرضيات قد ترقى إلى مرتبة النظرية حتى تقوم بوظيفتها في الربط بين مجموعة من القوانين ويدعمها شبكة من العلاقات الرياضية مُستعينة بمفاهيم ابتكارية من قبيل الكمّات، والمتصل المكاني الزماني، والموجة الميكانيكية الكمية. وقد استدعى كل ذلك تمحيصاً للحدود الفاصلة بين العلم والميتافيزيقا، والتجربة والفرض والعيني والواقعي. (بريجيته فالكينبورج، ميتافيزيقا الجُسيمات).

وإذا كان العلم لا يتحدث عن نفسه، ولا يقف العلماء كثيراً ليفحصوا الأسس التي تُبنى عليها نظرياتهم العلمية فحصاً نقدياً، فإن فلسفة العلم هي التي تقوم بدورها في فحص العلم وتأمله من حيث: منهجه ومنطقه ، وتقدمه، وانعكاساته على الإنسان والمجتمع والبيئة، وخصائص المعرفة العلمية وشروطها وطبائع تقدمها، وعلاقتها بالمتغيرات المعرفية الأخرى.

على سبيل المثال؛ توضح بريجيته فالكينبورج كيف تختلف معاني بعض المفاهيم لدى كل من العالِم والفيلسوف، فتقول: يستخدم الفلاسفة كلمة"واقعي" بطريقة تختلف جوهرياً عما يفعله العلماء حين يتحدثون عن وصف واقعي للظاهرة أو النسق. يسبغ العلماء صفة الواقعية على النموذج النظري حين يكون جيداً؛ أي إذا لم يكن مؤسساً على تصورات مثالية غير كافية (وغير واقعية). على حين يجد النموذج لنفسه تأويلاً واقعياً على يد الفلاسفة إذا ما كان له دلالة. وتوضح الاختلاف بين الاستخدامين، حيث تنصّب اهتمامات فيلسوف العلم على ما إذا كانت نظرية ما تشير إلى شيء في الطبيعة أو لا. و يتساءل العالِم عن كيف يقدم النموذج وصفاً جيداً للنظام الذي يُشير إليه (أو يتنبأ بسلوكه) دون البحث في وجود هذا النظام. ومن وجهة نظر براجماتية فإن معظم العلماء واقعيون من وجهة نظر الفلاسفة. وفي الممارسة الفيزيائية، فإنهم عادة ما يتصرفون كواقعيين حين يصنعون النماذج

ويقومـون بالتجـارب. وفـي مراحـل العلـم العـادي فـإنهم لا يضـعون نظريـاتهم ومـدلولات مصطلحاتهم النظرية موضع البحث. فهذه المدلولات وفقاً لهم ليست من حيث المبدأ على المحك، ولكن فقط من حيث ارتباطها بمفاهيم فيزيائية معينة لم يتم التحقق منها بعد عن طريق التجربة... إن اتخاذ قرار فلسفي مع أو ضد التفسير الواقعي للقوانين وكيانات الفيزياء أمر جد مختلف؛ إذ يعتمد بشكل حاسم على الافتراضات الفلسفية أو الميتافيزيقية المسبقة حول ادعاءات صريحة عن الواقعية. فمن وجهة نظر تجريبية تستلزم الواقعية المعطيات التجريبية وحدها، وأسبابها مادامت مستمدة من المعطيات. (بريجيته فالكينبورج، ميتافيزيقا الجُسيمات، ص ٥٣-٥٤).

مراجع البحث:

- أمير أكزيل، التعالق أكبر لغز في الفيزياء، ترجمة: عنان علي الشهاوي، مراجعة: مصطفى إبراهيم فهمي، المشروع القومي للترجمة، المركز القومي للترجمة، (١٢٣٣)،٢٠٠٨.
- سير آرثر ستانلي إدنجتون، طبيعة العالم الفيزيائي، النظرية النسبية ونظرية الكم وأسئلة الإنسان الكبرى، ترجمة أحمد سمير سعد، آفاق للنشر والتوزيع، ط أولى سنة ٢٠١٩.
- ----------: فلسفة العلم الفيزيائي، ترجمة أحمد سمير سعد، آفاق للنشر والتوزيع، ط أولى سنة ٢٠١٩.
- إيان هاكينج(تحرير): الثورات العلمية، ترجمة وتقديم: د. السيد نفادي، دار المعرفة الجامعية، الأسكندرية، ١٩٩٦.
- براين جرين: الواقع الخفي: الأكوان الموازية وقوانين الكون العميقة، ترجمة دكتور محمد فتحي خضر، صادر عن دار التنوير طبعة أولى ٢٠١٨.
- بريجيته فالكينبورج، ميتافيزيقا الجُسيمات، دراسة نقدية لواقعية ما دون الذرة، ترجمة: ياسين البكري، أحمد حمدي مصطفى، المركز القومي للترجمة، العدد(٢٧٩٠)، ط أولى سنة ٢٠١٧.
- جون جريبين، نحو فهم أشمل للقوى الكونية، ترجمة وتقديم: صلاح الدين إبراهيم حسب النبي، المركز القومي للترجمة (١٥٨٣)، ٢٠١٠.
- ----------: مولد الزمن، كيف قاس علماء الفلك عمر الكون، ترجمة د. مصطفى إبراهيم فهمي، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مهرجان القراءة للجميع، مكتبة الأسرة، ٢٠٠١.
- ستاتس بسيلوس: فلسفة العلم من الألف إلى الياء، ترجمة: صلاح عثمان، مراجعة: محمد السيد، المركز القومي للترجمة (2539)، ط أولى ٢٠١٨.
- عابد الجابري،مدخل إلى فلسفة العلوم،العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، مركز دراسات الوحدة العربية،ط٣، ١٩٩٤.
- فاطمة إسماعيل، مشكلة التقدم العلمي، كتاب الجمهورية، دار الجمهورية للصحافة ، مايو ٢٠١٦.

- لي سمولن: مشكلة الفيزياء، نهضة نظرية الأوتار، وانحدار العلم وما يأتي لاحقاً، ترجمة: عزت عامر، المركز القومي للترجمة، العدد (2409)،ط أولى 2016.
- مارتن ريس: منظور جديد لكونيات الفيزياء الفلكية، ترجمة وتقديم: عاطف يوسف محمود، المركز القومي للترجمة، العدد (1619)، ط أولى ٢٠١٠.
- ماريو بونجي: المادة والعقل بحث فلسفي، ترجمة وتقديم: صلاح إسماعيل، المركز القومي للترجمة ، المركز القومي للترجمة (3027) ، ط أولى ٢٠١٩.
- ميشيو كاكو: فيزياء المستحيل، ترجمة سعد الدين خرفان، عالم المعرفة، الكويت، أبريل ٢٠١٣، العدد (٣٩٩).

المعاجم والموسوعات:

- المعجم الفلسفي، تاليف: مراد وهبة، الهيئة المصرية العامة للكتاب،مكتبة الأسرة، علوم اجتماعية، ٢٠١٦.
- موسوعة الفلسفة، الدكتور عبد الرحمن بدوي، المؤسسة العربية للدراسات والنشر،ط أولى ١٩٨٤.