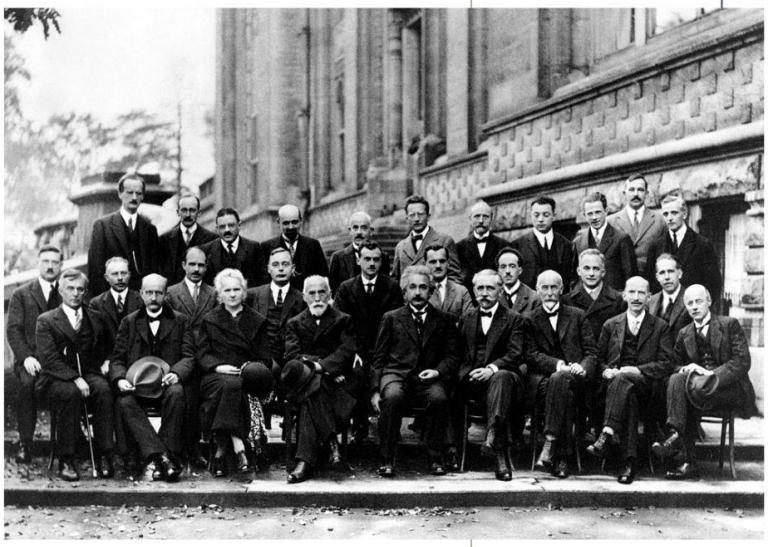

التداعيات الفلسفية للفيزياء الحديثة

من خلال كتاب الفيزياء والفلسفة لفارنر هايزنبرغ

تأليف م. مهدي زريق

محتوى الكتاب

مدخل 5

الباب الأول 9

الفيزياء الحديثة وتداعياتها الابستيمولوجية 9

الفصل الأول 10

انهيار مفهوم الحتمية العلمية ومبادئ اللغة الكلاسيكية خلال مجمع كوبنهاغن 10

الفصل الثاني 19

انهيار المفاهيم الماقبلية والفلسفة المثالية 19

الفصل الثالث 31

تأسيس النسبية وانهيار لغة الميكانيكا الكلاسيكية 31

الفصل الرابع 39

واقع جديد زعزع اللغة 39

الباب الثاني 50

الفيزياء الحديثة وتداعياتها العلمية 50

الفصل الخامس 51

اكتشاف وتطور الفيزياء النووية 51

الفصل السادس 58

نموذج جديد للبنية الذرية 58

الباب الثالث 61

الفيزياء الحديثة وتداعياتها الأخلاقية والدينية..... 61
الفصل السابع..... 63
تزعزع القيم الأخلاقية 63
الفصل الثامن..... 70
تزعزع القيم الدينية..... 70
خاتمة 74

مدخل

إن هذا الكتاب صغير في حجمه كبير في عطائه، يسلط الضوء على بحوث فيرنار هازنبرغ Werner Heisenberg أشهر الفيزيائيين الألمان خلال القرن العشرين، مبرزا الدور الجريء وأحيانا الخطير الذي لعبته الفيزياء الحديثة في قلب الأنساق الفكرية ونظريات المعرفة المتداولة منذ التاريخ القديم. فارنر هايزنبرغ Werner Heisenberg (1903-1976) هو فيزيائي وفيلسوف في آن، طيلة سنوات عمله كان مهتما بالتداعيات التي تركتها الفيزياء الحديثة على المنطق الكلاسيكي واللغة من جهة، ونظرية المعرفة من جهة ثانية. لقد كان للفلسفة تأثير عميق على تفكير هايزنبرغ، فقد كان يؤمن بوجود صلة قوية بين الفيزياء والفلسفة، هذه الصلة تعكس أهمية الخطاب الفلسفي وضرورة اللجوء إليه لفهم الاكتشافات العلمية ونتائجها. لذلك فإن كتابه الشهير " الفيزياء والفلسفة " Physik und philosophieيميط اللثام عن الرابط المتين بين عمل الفيزيائي وعمل الفيلسوف، لأن الفيزياء كما سنرى في ثنايا هذا الكتاب، ساهمت في تثوير الفكر الفلسفي تحت ضوء الاكتشافات العلمية والتكنولوجية الجديدة.

في كتابه الفيزياء والفلسفة، سلط هايزنبرغ الضوء على دور اللغة والألفاظ التي نستعملها يوميا في وصف الطبيعة وتوظيف قوانين الفيزياء الكلاسيكية في تبسيط الواقع، إلا أن ظهور الفيزياء الحديثة مطلع القرن العشرين كشف عن وجود جوانب مخفية في الطبيعة يستحيل التعبير عنها بواسطة اللغة المتداولة والمفاهيم المألوفة، أو باستعمال المنطق الصوري القديم، مما أدى إلى انهيار الفلسفة المثالية. لقد استعرض هايزنبرغ في هذا الكتاب مدى عمق تأثير الفيزياء الحديثة على الفلسفة، محاولا في آن التأليف بين الخطاب الفلسفي والخطاب العلمي، نظرا وأن التقارب بين العلم والفلسفة أصبح حاجة ملحة خلال القرن العشرين.

هناك رابط متين بين الفيزياء والفلسفة، الفيزياء كعلم قديم أسسه الإنسان يحتل مكانة خاصة ضمن بقية العلوم الطبيعية كعلم دقيق وصارم بسبب علاقته اللحمية بالتجربة وحضور اللغة الرياضية

الكمية. طبيعة الفيزياء كعلم يعتمد على الرياضيات ومنطق التجريد يجعل منها وحدة منسجمة و منظمة تثير جملة من التساؤلات يجب على الفلسفة الإجابة عنها، تساؤلات ذات طبيعة ابستيمولوجية لها علاقة بالواقع وكيفية صياغة المفاهيم والبحث عن الحقيقة. لطالما تساءل فلاسفة العلم حول هذا الرابط الذي يجمع بين الفلسفة والفيزياء بالقول : لماذا يحتل علم الفيزياء مكانة متميزة ضمن تاريخ الفلسفة ؟

لقد أصبح معلوما اليوم خاصة لدى مؤرخي العلم والابستيمولوجيون أن الفيزياء فرع من الفلسفة بالرغم من أنهما علمين مستقلين في الظاهر، إلا أنهما يكملان بعضهما البعض. النظريات والمفاهيم في الفيزياء تحيلنا إلى كيفية اشتغال دواليب الفكر الإنساني، إنها تثير مشكلا فلسفيا صرفا يتمثل في العلاقة بين التمثلات[1] واللغة الرمزية المجردة بالواقع المادي الفيزيائي. على الرغم من التمايز الظاهري بين الفيزياء والفلسفة فإنهما متقاربان جدا من ناحية الاشتراك في طرح مقاربة عقلانية حول الموضوع المدروس. الفيزياء تشتغل بتفسير ووصف العالم أما الفلسفة فتشتغل بتفسير الرموز الموظفة من طرف الفيزياء، أي بتعبير مغاير، إنها تقوم بتفسير التفسير.

تاريخيا، الفيزياء كانت جزء لا يتجزأ من الخطاب الفلسفي حتى فترة نيوتن، ناهيك أن ديكارت وصف جميع العلوم كشجرة، الجذور تمثل الميتافيزيقا، الجذع يمثل الفيزياء، والأغصان تمثل بقية المجالات العلمية. توجد محاولات عديدة للفصل بين الفيزياء كعلم موضوعي تجريبي مستقل عن اللاهوت والميتافيزيقا، بدأت فعليا اثناء العصر الوسيط مع الفلسفة المدرسية خاصة مدرسة باريس وأوكسفورد في بريطانيا منذ القرن الخامس عشر. إن الفيزياء الكلاسيكية ساهمت كثيرا في تقوية الفكر الميتافيزيقي، كالماهية والغائية، وهي في نظر الفيزياء الحديثة أشباه مشاكل لا يجب البحث فيها بل يجب اقصاءها. وبناء على ذلك قلبت الفيزياء الحديثة المنهج والتحليل الابستيمولوجي للعديد من المفاهيم الفيزيائية مثل الزمان والمكان. الفيزياء الكلاسيكية التي وضع قواعدها إسحاق نيوتن منذ القرن السابع عشر، لعبت دورا هاما في تدعيم الفلسفة الميتافيزيقية المثالية والاهتمام بالقضايا الغائية والجوهرانية، أسئلة مرفوضة من منظور الفيزياء الحديثة، فهذه الأخيرة أدت إلى قلب شروط التحليل الابستيمولوجي

[1] تخيلات وتصورات الذهن.

الذي يستمد شرعيته من مقاربات فلسفية متعددة الموجهة نحو تحليل ووصف محتوى المفهوم concept مثل معنى الزمان والمكان داخل نظرية النسبية. إن الاختلاف بين الفيزياء الكلاسيكية والحديثة يظهر من خلال تأويل المعاني، المعنى في نظرية الكم يقوم على الإحتمالية والإمكانية وعدم اليقين. وبناء على ذلك ستكون هناك جملة من التداعيات ستغير أفكار ومفاهيم فلسفية قديمة مثل الواقع، المادة، الزمان، المكان، السببية، المنطق، والموضوعية. لقد أثارت الفيزياء الحديثة سؤالا فلسفيا ضاربا في القدم، ألا وهو مشكل الوجود والواقع reality . وهنا يظهر الإختلاف الكبير مع الفيزياء الكلاسيكية لأن الواقع عند نيوتن لا يحتاج إلى اثبات، ذلك وأن فيزياء نيوتن تعالج قضايا واقعية كالكتلة والكواكب والأقمار النابض ورقاص الساعة. [2]

في ميكانيك الكم، الفيزيائيون يطرحون أسئلة حول القوانين الفيزيائية للعالم المجهري، مثل الكهرب والجزيئات. أجسام لا تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية وتشذ عن المنطق اليومي وهي بالتالي لا تنسجم مع معارفنا المكتسبة منذ فترة نيوتن. الأجسام التي تدرسها الفيزياء الكلاسيكية لا تحتاج كما قلنا إلى اثبات، أي أنها غير احتمالية كما أنها مستقلة عن الأنا المفكرة أو الراصد observer. أيضا فإن عملية وصف حركتها داخل الإطار الزمكاني تعد دقيقة وحتمية، ولكن في فيزياء الكم الأجسام المدروسة تخضع للاحتمالية وكل محاولة للرصد تؤدي بالضرورة إلى التأثير المباشر على حقيقة الجسم. وعليه فإن المادة والأشعة الضوئية لا يمكن وصفهما بالاعتماد على صفة ثابتة إنما بالاعتماد على صفة التموج وإما صفة الجزيء.

لقد زعزعت الفيزياء الحديثة ثقتنا بالحقيقة اليقينية المطلقة، والحتمية العلمية فقدت كل معنى. ففي فيزياء الكم الأجسام لا توجد كحقائق مادية حسية ملموسة، إنما كتموج منبثق عن المادة، وبالتالي فإنها تعيد للأذهان سؤال ما الذي يوجد حقيقة ؟

[2] Mustapha Oldache, Tayeb Belarbi, et Chams Eddine Khiari, Le concept de réalité en physique une étude épistémologique, revu algérienne de physique, volume 2, numéro 1. Publié en ligne le 12 février 2015. p, 1.

خلاصة القول، الفيزياء الحديثة أحدثت ثورة ابستيمولوجية عميقة تتمثل في تقويض الحقائق الميتافيزيقية والأفكار المثالية، الحقيقة العلمية لا يمكن لها أن تكون مطلقة وثابتة إنما نسبيه متغيرة. لكي نتعرف على معالم هذه الثورة، خيرنا تجزئة التداعيات الفلسفية للفيزياء الحديثة حسب ثلاثة أبواب، الباب الأول التداعيات الإبستيمولوجية، الباب الثاني التداعيات العلمية، الباب الثالث التداعيات الأخلاقية والدينية.

الباب الأول

الفيزياء الحديثة وتداعياتها الابستيمولوجية

أعتقد أنه من الأفضل القول الآن وهنا أنه لا يمكن لأحد أن يفهم فيزياء الكم، في صورة ما إذا تمكنت من فهمها تجنب القول : ولكن كيف يمكن أن يحدث ذلك ؟ وإلا ستتيه في بحر من الظلمات لا نهاية له لا يمكنك الخروج منه، لأنه لا أحد يعلم لماذا يحدث ذلك.

ريشارد فاينمن فيزيائي أمريكي

الفصل الأول

انهيار مفهوم الحتمية العلمية ومبادئ اللغة الكلاسيكية خلال مجمع كوبنهاغن

سنة 1927 اجتمع كبار الفيزيائيين من أجل مناقشة الصعوبات التقنية والعلمية المرتبطة بفيزياء الكم. لقد تمخض عن هذا المجمع نتائج قلبت رأسا على عقب نظرية المعرفة ومبادئ اللغة الكلاسيكية، لذلك فإن هذا المجلس كان بمثابة المنعرج الحاسم في تاريخ الفيزياء في الغرب. أثناء هذا المجمع برزت معضلة تتمثل في صعوبة وصف الظواهر الذرية باستعمال اللغة الكلاسيكية. إن اللغة الكلاسيكية التي وضع أسسها الفيزيائي اسحاق نيوتن منذ القرن الثامن عشر كانت حجر الأساس للفيزيائيين، تستعمل لوصف الأحداث والتجارب التي تعترضنا خلال حياتنا اليومية، وعليه يصعب استبدالها أو التخلي عنها إذا لم نقل استحالة. غير أن هايزنبرغ كان له رؤية مخالفة تماما مقارنة بزملائه ذوي التوجه التقليدي المتشبث بقوانين الفيزياء واللغة الكلاسيكية، مثل ماكس بلانك والبرت أينشتاين، حيث أثبت تجريبيا أن مبادئ هذه اللغة لا يمكن توظيفها لدراسة وفهم قوانين الذرة لأنها محكومة بمبدأ عدم اليقين (*Uncertainty principle*).[3]

ذكر هايزنبرغ مثالا بسيطا لتوضيح هذه المعضلة، ففي فيزياء نيوتن يمكن تحديد موقع وحركة الكواكب بدقة، وبالتالي يمكن التعرف على احداثيات ومقدار حركة كل كوكب بكيفية مفصلة إلى درجة أننا نصبح قادرين على التنبؤ بقوانين المنظومة برمتها ولو بعد حين، كظاهرة خسوف القمر. إن هذه المنهجية الدقيقة والصارمة أكسبت الفيزيائي منذ فترة نيوتن ضربا من الموثوقية تجاه الطبيعة وظواهرها، وثوقيه تحولت مع مرور الوقت إلى ما يسمى بالحتمية العلمية (*Determinism*) .[4] إن الحتمية العلمية تقوم على منطق توضيحي للظواهر فتجعلها معقولة وبديهية، عندما يصف الفيزيائي

[3] Heisenberg W, Physique et philosophie, éditions Albin Michel, la collection «sciences d'aujourd'hui», est dirigé par André George, Traduit de l'anglais par Jacqueline Hadamard, France, 1971, p, 35.

[4] نفس المصدر، ص 36.

قوانين الطبيعة وظواهرها فإنها تكون منسجمة ومتطابقة كليا مع مفاهيم اللغة، فالظاهرة المدروسة لن تكون غامضة، تشذ عن الألفاظ والجمل التي ينطق بها الفيزيائي، وتبعا لذلك يمكن له بناء معرفة تامة وحقيقة ثابتة. إلا أن فيزياء الكم زعزعت هذه المقاربة الابستيمولوجية للطبيعة، فعندما ندرس حركة الكهارب داخل غرفة ويلسن[5] ونتوصل إلى تحديد موقع وحركة كهرب معين فإننا سنخطئ لو اعتقدنا أن هذه النتيجة تتأسس على ضرب من الحتمية العلمية، نظرا لمصاعب التجربة التي قد تحتمل جملة من الأخطاء الحسابية. [6]

إن جميع المحاولات المبذولة من طرف الفيزيائيين من أجل وصف بنية وقوانين الذرة بكيفية حتمية غير واقعية، ذلك وأن عملية الرصد في فيزياء الكم تقوم على الإحتمالية لا الموثوقية، فعدم قدرتنا على تحديد موقع الكهرب وحركته ليست خاصية الكهرب في حد ذاته، بل لأن معرفتنا به غير مكتملة المعالم، وبالتالي فإن عدم اكتمال معارفنا بقوانين الكهرب يجعلها احتمالية.[7]

لقد قلبت فيزياء الكم نظرية المعرفة رأسا على عقب، لأن كل عملية رصد هي رهن الاحتمالية (*Probability*) بتعبير آخر لا يقينية، وبناء عليه ستكون معارفنا بالكهرب وببنية الذرة ضبابية.[8] أما في الفيزياء الكلاسيكية فالأمر يختلف، لأن عملية الرصد تمدنا بحقائق يقينية ثابتة. إذا حاول الفيزيائي رصد الكهرب داخل غرفة ويلسن عليه أن يأخذ بعين الاعتبار مبدأ الاحتمالية، فالاحتمالية لا تعكس بدقة تفصيلية جريان الظاهرة ولكن تعكس نزعة (*Tendancy*) تحكم رصد ومعرفة الظاهرة، أي أن النزعة لا تعكس صورة واضحة ومتميزة لما يحدث داخل الذرة، إنها تمدنا بصورة تقريبية فحسب (*approximate image*). وكأن الفيزيائي يسعى جاهدا لوصف الظاهرة الذرية ولكن يفشل في تحقيق ذلك، لأنه لا يقدر على الإحاطة بقوانين الكهرب باستعمال ألفاظ وجمل اللغة الكلاسيكية. إن أغرب التداعيات الإبستيمولوجية لفيزياء الكم، هي استحالة تحديد هوية

---

[5] وهي راصد للجزيئات الذرية وما تحت ذرية تعمل ببخار الماء اخترعها الفيزيائي شارل ويلسن سنة 1911.

[6] الفيزياء والفلسفة ص 36.

[7] ص 37.

[8] Françoise Balibar, Michel Crozon, Emmanuel Farge, *Physique moderne*, édition Messidor/La Farandole, Collection « la science & les hommes », est dirigé par Paul Brouzeng, Paris, 1991, p, 49.

المرصود بشكل نهائي، فالكهرب تارة يأخذ شكل الجسيم وطورا شكل الموجة، لا شيء يشبهه و لا يمكن أن نسقط عليه صورة موجود نعرفه سلفا، وهو ما يفسر توظيف الفيزيائيين لمصطلح الجسيم-الموجة(*Onde-particule*) بهدف وصف الكهرب عن طريق المفاهيم اللغوية المألوفة.[9]

عملية الرصد في الفيزياء الكلاسيكية تختلف تماما مقارنة بميكانيكا الكم، حيث أن المرصود يكون واضحا ومتميزا، وهويته يمكن تحديدها بدقة، وبالتالي يمكن الجزم أن المعرفة تصبح مثالية. حينما يقوم الفيزيائي والفلكي برصد الكوكب وفي نفس الوقت يحفظ القوانين الفيزيائية لهذا الكوكب، لا حاجة له فيما بعد لتكرار عملية الرصد، عملية رصد واحدة كفيلة من أن تصبغ على معارفنا صفة المثالية والثبات، أما في فيزياء الكم، فإن ذلك محال المنال. وفي هذا السياق أكد هايزنبرغ أنه حتى ولو تمكنا من اختراع مجهر يعمل بأشعة غاما (*Gamma*) يتميز بتقنية جد عالية في رصد الجسيمات، فإننا مع ذلك لن نستطيع التوصل إلى معرفة ثابتة وواضحة تجاه الكهرب :

« الكهرب كان في حالة سكون قبل عملية الرصد، وفي اللحظة التي نسلط فيها المجهر على الذرة بغية رصده، سيغير مباشرة مساره وموقعه، إنه انحرف عن موقعه بسبب أشعة غاما وبالتالي مقدار حركته لن تبقى على حالتها، يمكن القول إذن أن هذا التغير المفاجئ يدل على أن الكهرب محكوم بمبدأ عدم اليقين، وذلك ما يثبت واقعية هذا المبدأ » .[10]

إن الكهرب لا تنطبق عليه قوانين الكوكب، ففي الفيزياء الكلاسيكية آلة الرصد لا تؤثر على حقيقة المرصود، أما في فيزياء الكم فإن آلة الرصد تغير من حقيقته، لأنه انتقل من حالة عدم امتصاص الأشعة إلى حالة امتصاص الأشعة، وعليه فإن هايزنبرغ ينفي امكانية التعرف على المدار الحقيقي الذي يسلكه الكهرب أثناء عملية الرصد، لأنه ببساطة لا يوجد مدار أصلا :

[9] المصدر نفسه، ص 45.
[10] الفيزياء والفلسفة، ص 40.

« نتيجة الرصد تكشف أن الكهرب غير مساره، وبصفة عامة لا توجد أية امكانية لوصف حالته بين عمليتي رصد متتاليتين، وربما سلك مسارا أو مدارا مغايرا يستحيل معرفته » . [11]

نستبين هاهنا كيف انهار مفهوم الحتمية العلمية وانقلبت نظرية المعرفة رأسا على عقب، فالوضعية لم تبقى على حالها منذ فترة نيوتن، أين كانت عملية الرصد تتم بكل سهولة ومن دون أية عوائق ابستيمولوجية، كما أن حفظ المعطيات المتأتية من الطبيعة تكون جديرة بالثقة، ذلك وأن التماس بين الراصد والمرصود لا يؤدي إلى تشويه الحقيقة أو تحريفها، ولكن في فيزياء الكم التماس أصبح عامل تشويش يربك عملية الرصد ويزعزع نظرية المعرفة برمتها. استحالة التوصل إلى وصف دقيق للكهرب بين عمليتي رصد متتاليتين يكشف عن قصور ابستيمولوجي، لأننا غير قادرين على بلوغ معرفة تامة حول الكهرب وقوانينه. وكنتيجة إلى ذلك فإن الاحتمالية تدلل على عدم كفاءة اللغة العادية من الإحاطة بالظاهرة الذرية، وبالتالي لا يمكن الحديث عن الموضوعية :

« لا يمكن تحويل نتيجة عملية الرصد إلى نتيجة موضوعية، حيث لا نستطيع وصف ماذا يحدث بين عملية الرصد الحالية وعملية الرصد الموالية » .[12]

مصطلح "ماذا يحدث" يشير إلى عدم الموضوعية، لأن ما سيحدث يكون حسب طريقة وكيفية رصدنا للكهرب، أما الفيزياء الكلاسيكية تسمح لنا بصياغة القوانين العامة والثابتة للمرصود بكيفية موضوعية، عملية الرصد لا تؤثر في المرصود. نستنتج إذن أن امكانية تأسيس معرفة مثالية أصبح مستحيلا في فيزياء الكم. لكي نفهم أكثر الفوضى التي أحدثتها فيزياء الكم في الاوساط العلمية وتداعياتها الابستيمولوجية الخطيرة، تحدث هايزنبرغ عن تجربة يونغ المعروفة بتجربة الثقبين (*Experience of two holes*). هذه التجربة تؤكد أنه إذا سلطنا أشعة الضوء المتكونة من فوتونات على لوحة فيها ثقبين ثقب (أ) وثقب (ب)، فإن الكهرب نفسه سيمر عبر الثقبين في نفس الوقت، وهي ظاهرة غريبة تسمى بالإنجليزية (*Superposition*) أو (*Delocaliser*) حيث سيمر الكهرب إما

[11] ص 41.
[12] ص 44.

عبر الثقب الاول أو الثقب الثاني وذلك يؤدي حتما إلى ارتباك في الاستنتاج. إن عدم امكانية تحديد موقع الكهرب خاصية غير معلومة وغير موجودة في الفيزياء الكلاسيكية، وبناء على هذه التجربة فإن مفهوم الاحتمالية الذي دشنته فيزياء الكم لا يسمح للفيزيائي بوصف ما يحصل داخل الذرة بين عمليتي رصد متتاليتين.[13]

لقد قضت ميكانيك الكم على حلم الانسانية منذ العصور القديمة المتمثل في بناء المعرفة الخالصة، نظرا وأن المرصود مرتبط بالظروف التي تتم فيها عملية الرصد، فالراصد والمرصود متصلين ببعضهما البعض وغير مستقلين، لأنه في اللحظة التي وقع فيها رصد الكهرب حدث نوع من التفاعل بينهما، هذا التفاعل يؤدي إلى انحراف الكهرب عن مساره الأصلي وبالتالي يستحيل وصفه بموضوعية مجردة، نظرا ومبدأ عدم اليقين، إذا احتسبنا الموقع ستضيع السرعة والعكس. إن التجربة في ميكانيكا الكم تخضع للاحتمالية، والاحتمالية هي نزعة :

« الاحتمالية تؤلف بين معطيات موضوعية وأخرى ذاتية، فهي تتضمن إفادات حول الامكانيات الأكثر احتمالية ». [14]

وتبعا لذلك يعلن هازنبرغ أن معارفنا تبقى غير مكتملة في مجال ميكانيكا الكم :

« هذا هو العامل الأساسي الذي يمنعنا من التنبؤ بنتيجة عملية الرصد، فالنتيجة مهما كانت ستكون احتمالية، ويمكن التثبت منها بتكرار التجربة [15].»

لقد قام هايزنبرغ بخطوة أكثر عمقا وجرأة في تحليله لميكانيكا الكم والظاهرة الذرية، قوامها أن الاحتمالية في نظره لا يمكن أن تكون ثابتة تتأسس على الاستمرارية (*Continuity*) بل متقطعة (*Discontinuity*). فالرصد يغير في درجة الاحتمالية مع كل عملية رصد، لتخير ما حدث في الواقع بين كل الظواهر الممكنة :

[13] ص 45 – 46.
[14] ص 48.
[15] ص 49.

« نظرا وأن معارفنا تجاه الظاهرة الذرية تتغير مع كل عملية رصد، فإن الصياغة الرياضية ستكون هي أيضا متغيرة، إننا أمام ما يسمى بالقفزات الكمية (*Quantum Leap*) . إن الذين ينتقدون ميكانيكا الكم ويرفضونها يستدلون بالحكمة القديمة التي تقول "الطبيعة لا تقوم بقفزات" [16] فإنه يمكن أن نرد عليهم بالقول "معارفنا قد تتغير بطريقة مفاجئة وغير محسوبة العواقب" [17]. »

إن النتائج التي تمخضت عن مجمع كوبنهاغن حملت هازنبرغ للتمييز بين فعل التفسير(*Explain*) وفعل الوصف (*Describe*) ، هذين الفعلين ليس لهما نفس المعنى، وفي هذا السياق قلبت فيزياء الكم المبادئ العلمية للفيزياء الكلاسيكية التي تهدف لتقديم صورة واضحة حول الطبيعة وظواهرها. إن الوضعية تشبه آلة التصوير، حيث لا تهتم سوى بالألوان والشكل للألعاب النارية، إلا أنها لا تمدنا بالأصوات والروائح الموجودة في الصورة، إنها تهمل ظواهر أخرى موجودة في الوقع[18]. لقد لا حظ هايزنبرغ أن الطبيعة بدأت تفقد رمزيتها، بعد ظهور الفيزياء الحديثة :

«إن لفظ وصف الطبيعة فقد رمزيته الحيوية » .[19]

يبدو جليا أن ميكانيكا الكم غيرت القاعدة الإبستيمولوجية الكلاسيكية التي مفادها أن الفيزياء كعلم تجربي قادر ومن دون أدنى شك على تفسير ووصف الطبيعة بكيفية حتمية. إلا أن الفيزياء الحديثة دفعت معظم الفيزيائيين إلى إعادة النظر في آرائهم ومعتقداتهم القديمة، التي يمكن تلخيصها كما يلي " امكانية علم الفيزياء من مدنا بتفسير واضح ودقيق عن الظواهر الطبيعية ". إن هذا الانقلاب الذي حصل في عقول الفيزيائيين أصبح قناعة متداولة في الاوساط العلمية مطلع القرن العشرين، قناعة انعكست أيضا على اللغة :

[16] Nature does not make leaps.
[17] ص 50.
[18] Mélanie Frappier, Langage, physique et philosophie : un regard sur la pensée de Werner Heisenberg, Mémoire présenté à la faculté des études supérieur de l'Université Laval pour l'obtention du grade de maître arts, Août 1999.p,34
[19] Heisenberg W, La nature dans la physique contemporaine, traduction de Ugné Karvelis, Paris, Gallimard, 1962,p,14 .

« إننا نستبدل مع مرور الزمن مصطلح التفسير(*Nature explain*) بمصطلح الوصف (*Nature describe*)[20] ».

انطلاقا من هذه النتائج التي توصل إليها هايزنبرغ، هل بالإمكان الحديث عن معرفة خالصة ؟ وعن وصف موضوعي للطبيعة ؟ في الفيزياء الكلاسيكية فإن ذلك ممكن، نستطيع وصف العالم بأدق تفاصيله مع الحرص على استقلالية الذات :

« نعلم أن مدينة لندن موجودة في حالة رؤيتنا لها أو من عدمه، يمكن القول أن الفيزياء الكلاسيكية هي هذا الصنف من المثالية، تسمح لنا بالحديث عن أدنى تفاصيل العالم بكيفية حيادية. نجاح هذه الأطروحة الفلسفية في اقناع العلماء بالقدرة على تحقيق ذلك أسس إلى قناعة تقديم وصف موضوعي ودقيق عن العالم بمختلف ظواهره. »[21]

في المقابل، فإن مجمع كوبنهاغن يكشف عن تقويضه الصريح لهذه الأطروحة الفلسفية، فإمكانية أن تصبح معارفنا حقائق مثالية أمر غير واقعي ويفتقد للمصداقية. ميكانيزم الذرة يشذ عن القوانين الكلاسيكية، نظرا وأنه يقوم على الاحتمالية ومبدأ عدم اليقين. لقد تفطن هايزنبرغ كون اللجوء إلى مبادئ اللغة الكلاسيكية ومفاهيمها المألوفة من أجل وصف الظاهرة الذرية سيؤدي بنا مباشرة إلى تناقض ابستيمولوجي. المفاهيم الكلاسيكية لا تنسجم البتة مع ميكانيكا الكم، وبالتالي لا يمكن أن تعطينا صورة واضحة ومنطقية عن الظاهرة الذرية وعن الطبيعة أيضا :

« لذلك كنا دوما نؤكد على ضرورة الابتعاد عن المفاهيم والمبادئ الكلاسيكية، ويجب بالتالي القيام بثورة في مجال صياغة المفاهيم المستعملة في وصف التجارب العلمية، قد يمنحنا ذلك فرصة للعودة للوصف الموضوعي للطبيعة ».[22]

[20] Heisenberg W, Les problèmes philosophiques de la science nucléaire, traduction de F.C. Hayes, London, 1952, p,34

[21] الفيزياء والفلسفة، ص 51.

[22] ص 52.

بناء على ما سبق نستنتج أن النتائج التي أفرزها مجمع كوبنهاغن أدت إلى ضرب الثقة الابستيمولوجية لدى العالم التي كان قد اكتسبها منذ فترة نيوتن. إن حلم تأسيس معرفة خالصة حتمية وموضوعية مستحيل المنال في فيزياء الكم، وفي هذا الإطار فإن الطبيعة بظواهرها ليست بسيطة، بل شديدة التعقيد، تخترق القواعد المنطقية الكلاسيكية المتعارف عليها منذ قرون، كما يستحيل التوصل إلى فهم مكتمل وواضح للظواهر، فميكانيكا الذرة وقوانين الكهرب الغريبة ضربت في مقتل المعرفة الخالصة والفلسفة المثالية.

الفصل الثاني

انهيار المفاهيم الماقبلية والفلسفة المثالية

في كتابه الفيزياء والفلسفة، قام هايزنبرغ بدارسة ابستيمولوجية للسلم التطوري الذي مرت به نظرية المعرفة بالاعتماد على منهج تحليلي مفصل ودقيق لتاريخ العلوم ونسق المعارف. هذا التطور اتخذ منحى تصاعديا منذ اليونان القديمة إلى القرن التاسع عشر. والجدير بالذكر فإن هايزنبرغ غايته لا تنحصر في التاريخ بقدر ما كان يبحث عن تسليط الضوء على التداعيات الابستيمولوجية للفيزياء الحديثة. إن هذا التطور سينتهي بانهيار الفلسفة المثالية، وبالتالي علينا اتباع منهجه للتعرف عن حيثيات هذا الانهيار.

إن المعرفة الانسانية مرت بمراحل مهمة في الغرب بداية من اليونان القديمة مرورا بعصر النهضة ثم الفيزياء الكلاسيكية وأخيرا الفيزياء الحديثة، تطور كان بمثابة حلقات ملتصقة فيما بينها، كل حلقة هي رهينة ما سبقها وما لحقها. خلال العصر القديم، كانت عينا الفيلسوف مشغولتان بمسألة الروح وعلاقة الانسان بالإله. خلال هذا العصر، المعرفة كان قد وضع لبناتها في الغرب من طرف الفيلسوف اليوناني أرسطو، حيث تمكن من رسم الخطوط الكبرى للمعرفة ونجح نموذجه الابستيمولوجي في السيطرة بشكل شبه مطلق على عقول وأذهان الأوربيين. لقد اهتم أرسطو بالأسئلة الموجهة نحو معضلة الروح والمسائل الإلهية، وأهمل بشكل كبير مشاكل العالم المادي. [23] إلا أن عصر النهضة زعزع المعادلة الأرسطية، وبدأ العديد من الفلاسفة ينتقدون بقوة فلسفة أرسطو [24] والدعوة للاهتمام بالطبيعة ومن ثم اعادة النظر في المفاهيم المثالية، وفي القرن الخامس عشر تضاعف الاهتمام بالرياضيات. يعتبر ديكارت من بين أشهر الأسماء الذين ساهموا في تثوير الأسس الكلاسيكية لنظرية المعرفة، حيث أنه اتبع

[23] Capra Fritjof, Le Tao de la physique, Edition Sand 1985, p 21-22.

[24] راجع كتابي فلسفة أرنست ماخ الذي ذكرت فيه بعض الفلاسفة التي انتقدت بشدة أرسطو خلال العصر الوسيط الأوروبي وفرضت منهجا جديدا يقوم على التجربة والملاحظة.

منهجا جديدا وغير مألوف يتعارض مع المنهج الأرسطي. لقد كان للمنهج الديكارتي دورا كبيرا في تقدم الفكر العلمي في الغرب. في كتابه "مقال الطريقة" سعى ديكارت إلى تأسيس منهج فلسفي جديد يقوم على الشك، فالشك هو سلاح منهجي وعلمي صارم، مفاده أن الشك يجب أن يطال كل ما تلقيناه منذ نعومة أظافرنا، يجب على الانسان التخلص من الأحكام المسبقة، تجنب التصديق الساذج والأعمى وهو ما سيؤدي إلى القائمة الفارغة (*Blank Slate*)، ولكن الشيء الوحيد الذي لن يطاله الشك هو الشك في حد ذاته، والشك هو قطعا ضرب من التفكير، فخلص لقولته الشهيرة "أنا أفكر إذن أنا موجود".[25]

الكوجيتو (*Cogito*) الديكارتي هو مسلمة عقلية تكشف أن المنهج الفكري السليم يبدأ أولا بمعرفة الأنا أو الذات المفكرة إذا رغب الإنسان معرفة الله، إذن فمعرفة الأنا تسبق معرفة الله، وهذا يعتبر ثورة فلسفية وعلمية هائلة قام بها ديكارت، أثرت على العقلية الغربية تأثيرا كبيرا ولا يزال صدى هذا التأثير موجودا في عصرنا الراهن. صياغة قوانين الفيزياء الكلاسيكية يعتبر كحلقة مهمة في تطور سلم المعرفة، حيث أن العلوم أصبحت متصلة أكثر بالتجربة والملاحظة، وبالاعتماد على القوانين الفيزيائية التي صاغها نيوتن في كتابة "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" بلغة رياضية تجريدية دقيقة بعد دراسته للبحوث والنتائج التي سبقته، أصبح من الممكن الحديث عن سيرورة العالم وأدنى جزئياته من دون مرجعية متعالية أو من دون تدخل لذواتنا. والجدير بالملاحظة فإن القرن الثامن عشر تراجعت فيه بشدة سلطة الإله على المفاهيم العلمية والفلسفية، لأنه في هذا القرن توفرت للإنسان فرصة من أجل تفسير الظواهر بلا أدنى ذكر للإله.

إن كل من ديكارت ونيوتن ساهما في ولادة نسقين فلسفيين، أين نظرية المعرفة كانت محل تجاذب هذين النسقين طيلة القرنين السابع والثامن عشر. الأول هو نسق ميتافيزيقي رسم ملامحه ديكارت، والثاني هو نسق براغماتي رسم ملامحه نيوتن. رغم الاختلافات الموجود بينهما فإنهما يشتركان في هدف واحد ألا وهو تفسير ووصف الظواهر الطبيعية بطريقة جد موضوعية، موضوعية تبلغ درجة الحتمية المعرفية، كما أنهما يؤمنان كون القوانين الطبيعية جوهرها البداهة والبساطة يمكن

[25] Cogito ergo sum.

ترييضها[26] والتعبير عنها بلغة منطقية واضحة وصريحة، قابلة للتجريد وبالتالي لن نكون مدفوعين لإعادة تجاربنا التي قمنا بها في الماضي. إن ما جعل من النسق النيوتوني نبراس العلم والنموذج المثالي هو قدرته العجيبة على التنبؤ بما سيحدث في العالم المادي، ولا نقصد هنا التنبؤ الذي يمارسه المنجمون في أيامنا هذه، يعتلون المنابر التلفزية متخفون تحت اسم عالم فلكي، وهم مع الأسف يستغلون سذاجة وجهل معظم العامة. إن التنبؤ ها هنا هو علمي رياضي صرف، كنا قد أشرنا إليه في الفصل الأول في حديثنا عن ظاهرة خسوف القمر. النسق البراغماتي يسمح لنا بالتنبؤ بنتائج التجربة مهما كان المجال الذي تنتمي إليه. لقد أشار هايزنبرغ في كتابه التقليد في العلم (*Tradition in science*) كون التطبيقات التجريبية توفر للفيزيائي مناسبة من أجل فهم الطبيعة :

« التطبيقات العلمية التجريبية تعطي دفعة قوية للفيزيائي فهو يحتاج لإثباتات تأتي من التجربة.» [27]

مع مرور الزمن أفرز النسق البراغماتي ضربا من الدغمائية العلمية والمعرفية، لأنه غرس في الاذهان أسس الحقيقة الجوهرية، فكل مسلمة علمية تجريبية يمكن أن تصبح حقيقة ثابتة عالمية، هايزنبرغ يعتبر أن الفيزياء الكلاسيكية فيها جانب كبير من الدغمائية، إنها بعيدة كل البعد عن الروح العلمية التجريبية. لقد أصبحت الدغمائية في حد ذاتها نسقا في العلوم، فالفيزيائيون الكلاسيكيون أغلبهم دغمائيون. لقد ترك النسق الدغمائي آثاره في تاريخ العلوم، ولم يتم التحرر منه في أوروبا إلا بعد سلسلة طويلة وشاقة من الجدل الفكري والعلمي، حتى أن كبار الفيزيائين المحدثين كانوا دغمائيين في بعض الاحيان، ولنا في الفيزيائي الالماني الشهير ألبرت أينشتاين أبرز مثال على ذلك. عندما صرح أينشتاين خلال مجمع كوبنهاغن " أن الله لا يلعب بالنرد " ورفضه قوانين ميكانيكا الكم، فإن ردة فعله هذه ذات مرجعية دغمائية صرفة.

[26] أي خاضعة للمعادلات الرياضية.

[27] Heisenberg W, Tradition dans la science, traduction des textes allemands de Peter Heath, New York, SeaburyPress, 1983, p,7

لقد أدرك أينشتاين مثل بقية زملائه المتمسكين بمبادئ الفيزياء الكلاسيكية، أن ميكانيكا الكم هدمت مبدأ الحتمية الابستيمولوجية والحقيقة التجريدية الواضحة الثابتة، مما يفسر قيامه بمجهودات جبارة من أجل التوفيق بين قوانين الميكانيكا الكلاسيكية وميكانيكا الكم قائلا :

« جميع محاولاتي للتنسيق بين الأساس النظري للفيزياء وهذا الصنف الجديد من المعرفة باءت بالفشل، وكأن الأرض تنهار من تحت أقدامي بلا أية خلفية يمكن الارتكاز عليها من أجل البناء» .[28]

إن أصحاب النسق الدغمائي يعتقدون أن الطبيعة حقيقة بديهية قابلة للفهم والتجريد، إن قوانينها ميكانيكية خاضعة للعقل والمنطق، ذلك وأن المهندس الأكبر، الله، بث النظام والحتمية في خلقه. ديكارت يعتبر من أبرز المناصرين لهذه المقاربة الدغمائية، حيث كان يقول " لا يمكن للإله أن يخدعنا ". وبالتالي فإن أصحاب النسق الدغمائي يؤكدون على ضرورة بناء العلوم التجريبية على مقاربة حتمية دغمائية.[29]

تحت ضوء الفيزياء الحديثة، بلغت نظرية المعرفة إلى مستوى أربك طمأنينة مناصري الفيزياء الكلاسيكية، أين أصبحت المعرفة غير موضوعية وغير حتمية، فقوانين الذرة أثبتت أن الطبيعة هي حقيقة تشذ عن البداهة والبساطة. عندما نطرح السؤال التالي : فوق أي مدار يسير الكهرب ؟ فإن قوانين ميكانيكا الكم فضفاضة تتسم بالضبابية وافتقار للدقة لكي نعطي تفسيرا واضحا يخضع للمنطق المتداول. مبدأ عدم اليقين الذي ذكره هايزنبرغ في مجمع كوبنهاغن ساهم في انهيار الفكرة الفلسفية القديمة التي تنص على أن المعرفة القائمة على التجربة قادرة على بناء حقيقة حتمية، وتفسير منطقي للظواهر. حسب هايزنبرغ فإن فيزياء الكم أربكت بشكل كبير قدرتنا على الفهم، فالفهم أصبح غير ممكن في الفيزياء الحديثة بصفة عامة، وقد تحدث عن ذلك في كتابه " الفهم في الفيزياء النظرية " (*The concepts of understanding in theorical physics* :

[28] Schilpp Paule, Albert Einstein philosophe et scientifique, p 45.
[29] الفيزياء والفلسفة، ص 92.

« إننا نفهم مجموعة من الظواهر عندما نصوغ المفاهيم المناسبة لوصف هذه الظواهر». [30]

إيجاد المفاهيم المناسبة لوصف الظواهر الطبيعية أصبح مهمة شبه مستحيلة بعد ظهور فيزياء الكم، نظرا ودرجة التعقيد التي تتسم بها هذه الفيزياء من جهة، وقصور اللغة ومفاهيمها من جهة ثانية، إلى جانب أن اللغة المستعملة في الفيزياء وبقية العلوم تقوم على التجريد. في كتاب "مجاوزة الحدود" (*Across of the frontier*) حلل هايزنبرغ كيف تتم عملية التجريد :

« التجريد يمثل امكانية اعتبار الشيء أو مجموعة من الاشياء منزوعة الخصائص الجزئية [31].»

إن التجريد يعتبر حلقة مهمة في العلم بغية الفهم والإحاطة بالظواهر الطبيعية، لأن المفاهيم المجردة هي بمثابة الوعاء أو القوالب الذهنية مهمتها تنظيم وترتيب المعطيات المتأتية من الخارج. ففي الفيزياء الكلاسيكية مفهوم السرعة (*concept of speed*) ومفهوم الموقع (*concept* of*position*) هما مستقلين عن بعضهما البعض، هذه الاستقلالية تمكن الفيزيائي من احتساب السرعة من دون أن ينحرف الموقع، إذن فإن هذين المفهومين مجردين فهما غير متصلين ببعضهما البعض، وبالتالي يمكن الجزم وبلا أدنى شك أن السرعة والموقع معلومان. بيد أن ميكانيكا الكم تخرق هذه القاعدة الإبستيمولوجية نظرا ومبدأ عدم اليقين، إذا علمنا السرعة نجهل الموقع والعكس، لن يكونا إذن معلومان في فيزياء الكم. [32] إن عملية التجريد لم تعد قابلة للتطبيق في ميكانيك الكم، وذلك من بين أبرز التداعيات الابستيمولوجية للفيزياء الحديثة، وبالتالي يستحيل تأسيس معرفة خالصة. مبدأ عدم اليقين اثبت عدم امكانية جعل المفاهيم اللغوية حقائق مثالية فوق الزمان والمكان، علما وأن بناء مفاهيم مجردة مثالية يعد شرطا أساسيا في العلم وفي نظرية المعرفة بهدف فهم الطبيعة. فسر هايزنبرغ هذه الوضعية الجديدة في كتابه "الخلفية الفلسفية للفيزياء الحديثة" (*The philosophical background of Modern Physics*) قائلا :

[30] Heisenberg W, Le concept "Comprendre" dans la physique théorique, in Gesammelt Werke, p, 337.
[31] Heisenberg W, Traversé la frontière, traduction de Peter Heath, 1990, p, 71.
[32] الفيزياء والفلسفة، ص 96.

« نجاح فيزياء نيوتن كان متوقعا، فالعلم طيلة القرون الثلاث الماضية سلك سبيلين اتبعهما غاليلا، تجريد الظاهرة ثم جعلها مثالية، في ظل شروط واضحة ودقيقة.[33]»

إن الوضعية الجديدة التي افرزتها فيزياء الكم كشفت قصور اللغة والمفاهيم التي يصوغها العلماء، كما أنه عدم القدرة على تجريد الظاهرة ثم إقامة معرفة خالصة مثالية دليل كاف يكشف مدى حدود معارفنا، وفي هذا الإطار يفضل هايزنبرغ التزام الفيزيائي أحيانا بالصمت أمام هذه الوضعية الغريبة التي تخترق كل ما هو مألوف ومفهوم :

« الفيزياء الحديثة تذكرنا بالحكمة القديمة القائلة أنه إذا أردنا عدم الوقوع في الخطأ، يجب التزام الصمت ». [34]

إن تقويض ميكانيك الكم لعملية تجريد الظاهرة ودراستها دراسة موضوعية ثم جعلها مثالية، سينجر عنه تداعيات على الفلسفة المثالية. يعتبر الفيلسوف الألماني ايمانويل كانط من أشهر فلاسفة القرن الثامن عشر، حيث ترك أثرا عميقا على الفكر الاوروبي وساهم بشكل كبير في رسم معالم نظرية المعرفة بصفة عامة. في كتابه " نقد العقل الخالص" (*Criticism of pure reason*) وضع أسس البنية العامة للمعرفة وذلك بالتمييز بين صنفين من المعارف، معارفة ما قبلية (*a priori*) ومعارف ما بعدية (*postriori*) . في كتابة " الفهم في الفيزياء النظرية " حلل هايزنبرغ فلسفة كانط المثالية، فقد أثرت فيه الكانطية إلى حد كبير، وبالرجوع إلى هذه الفلسفة فإن الفهم اصبح لوجود بنى فطرية مترسخة في الذهن واقعة تحت الظواهر الطبيعية :

« لئن كانت مهمة تبسيط الظواهر جد ضرورية حتى نتمكن من صياغة المفاهيم وتوضيح الحقائق، فإن ذلك يسمح لنا بالتصريح : نعم إن هذا الشيء مثل هذا الشيء. فنحن بهذا التصريح بصدد ربط المشكل المدروس بمشكل آخر يشبهه. إذا كان للمفهوم القدرة على التأليف بين مختلف الظواهر واختزالها لتصبح شيئا واحدا ما يعني حذف الاختلافات والبحث عن نقاط الائتلاف بين هذه الظواهر، سنقبل إذن مباشرة هذا المفهوم

[33] Heisenberg W, L'arrière-plan philosophique de la physique moderne, in Gesammelt Werk, p, 336.
[34] الفيزياء والفلسفة ، ص 97.

وسنعتمد عليه في بحوثنا العلمية. الفهم يعني تطابق نمط تفكيرنا مع الظواهر واكتشاف بنية تخضع لبنية أخرى تكون فطرية في الذهن ».[35]

لقد حلل هايزنبرغ المنهج الكانطي القائم على التمييز بين صنفين من المعارف، يبدو أن هذا التحليل مهم جدا لكي نسلط الضوء على مدى حجم التداعيات الابستيمولوجية للفيزياء الحديثة. إن الفلسفة الكانطية تؤمن بوجود معرفة في الذهن غير مستمدة من التجربة وهي بالتالي ما قبلية. كانط لا ينكر أن كل معرفة متأتية من التجربة، ولكن التجربة نفسها تثبت أن هذه المعرفة لن تتغير في المستقبل أي ستبقى على حالها مهما طال الزمن. فمثلا الحكم التالي " الشمس تشرق كل يوم " تعني أنه لا يوجد ولن يوجد استثناء لهذه القاعدة في الماضي وننتظر أن تبقى على حالها في المستقبل، وذلك ما يسمى في الفلسفة الكانطية " حكم صادر بعمومية تامة " (*Judgment pronounced with complete generality*) وهو بالضرورة ما قبلي. في الفلسفة الكانطية يسمى الحكم العام "حكم تحليلي" (*Analytics Judgment*). في صورة إذا ما احتسب الطفل عددا من الكجات مثال كجتين زائد كجتين يساوي أربعة، فإنه لن يحتاج في المستقل للعودة إلى التجربة لمعرفة أن 2 + 2 = 4.[36]

إلى جانب الأحكام التحليلية هناك الاحكام التأليفية (*Synthetic judgment*) ، وهي على عكس الأحكام التحليلية ليست ما قبلية بل أمبيريقية تقوم على التجربة. يرى كانط أن الزمان والمكان هي أحكام تأليفية، ولكنها مع ذلك ما قبلية، أي أنهما حكمين تأليفيين ما قبليين (*apriori synthetic judgment*) في سياق عملية تكوين المعرفة المثالية، وبراهينه على ذلك هي كما يلي:

أولا : إن المكان ليس مفهوم تجريبي مجرد لأنه مفروض على الذهن في صورة الإحالة إلى أشياء خارجية.

[35] Le concept « Comprendre » dans la physique théorique, op-cit, p, 337.
[36] الفيزياء والفلسفة، ص98.

ثانيا : إن زمان هو تمثل ما قبلي (*a priori representation*) ضروري لكل احساساتنا وادراكاتنا بما هو موجود في الخارج، لأنه لا يمكن تصور اللامكان، كما لا يمكن تصور عدم وجود شيء في المكان.

ثالثا : إن المكان ليس مفهوم ناتج عن برهنة منطقية لأنه لا يوجد سوى مكان واحد.

رابعا : إن المكان بمثابة محيط لا حدود له يؤلف بين جميع جزئيات المكان، وبالتالي فإن المكان ليس مفهوما (*A concept*) بل حقيقة حدسية (*Intuition Truth*).

ليس الزمان والمكان فقط هما مفهومين ما قبليين في نظر كانط بل أيضا قانون السببية ومصطلح الجوهر، كما أضاف فيما بعد قانون حفظ المادة وقانون الجاذبية. أما في الرياضيات فقد وضع الهندسة الاقليدية كحقيقة ما قبلية. بيد أنه في ظل الاكتشافات الجديدة في مجال الذرة، لا أحد من الفيزيائيين سيتبع كانط في أحكامه أو يثق في فلسفته المثالية المتعالية.[37] سوف نرى في الفصل القادم كيف أثبتت نظرية النسبية الخاصة والعامة عدم صحة الاحكام التأليفية الما قبلية، والمقاربة المثالية العالمية للزمان والمكان. خاصيات جديدة ظهرت، قوضت بالكامل الحقائق الماقبلية. لقد قام هايزنبرغ بمقارنة بين الفلسفة الكانطية وفيزياء الكم بهدف كشف مدى عمق التداعيات الابستيمولوجية للفيزياء الحديثة خاصة على المفاهيم المجردة والماقبليات. من بين أخطر التداعيات هو زعزعة الصورة التقليدية الميتافيزيقية لقانون السببية، إضافة إلى قانون حفظ المادة. في كتابه "الطبيعة في الفيزياء الحديثة" (*Nature in the modern physics*) قدم هايزنبرغ مقاربة تختلف جذريا عن المقاربة الكلاسيكية التي سيطرت على عقول العلماء وتاريخ العلم منذ العصور القديمة. سنلاحظ أن مصطلح السببية شبه مغيب في معجمه اللغوي، فالمصطلح فقد معناه العام المجرد الذي صاغه فلاسفة العصر الوسيط في أوروبا :

[37] Transcendantal. يعني غير حسية تخترق عالم المادة.
للمزيد من التعمق في هذا المصطلح الفلسفي راجع كتابي فلسفة ارنست ماخ.

« في الفلسفات القديمة مفهوم العلة كان له معنى عام مقارنة بما نعرفه اليوم. الفلسفة المدرسية خلال العصر الوسيط تبنت نظرية المعرفة الأرسطية التي تنص على أربعة أصناف من العلل، العلة الصورية، العلة المادية، العلة الفاعلية، والعلة الغائية. العلة الفاعلية فحسب قريبة جدا من مفهوم العلة المتداول في عصرنا الراهن » . [38]

في كتاب الفيزياء والفلسفة حلل هايزنبرغ السببية مؤكدا أن الاكتشافات الجديدة التي دشنتها الفيزياء الحديثة أثبتت خطأ الابستيمولوجيا الكانطية. لقد اعتقد كانط بوجود مفاهيم ما قبلية ستكون بمثابة المسلمات لكل ميتافيزيقا مستقبلية تقدم نفسها كعلم.[39] قانون السببية يعلن أن كل ظاهرة طبيعية مرصودة تسبقها بالضرورة ظاهرة تسببت في تمظهرها، هذا الترابط الوثيق بين ظاهرتين يمثل قاعدة ابستيمولوجية للعلم والمعرفة مهما كان الزمان والمكان. غير أن هايزنبرغ شكك في هذه القاعدة مسلطا الضوء على عدم إمكانية التمسك بها في ظل الفيزياء الحديثة وخاصة فيزياء الذرة :

« فلنأخذ ذرة الراديوم التي يمكن لها اصدار أشعة ألفا، ولا يمكن التنبؤ بما سيحدث لا حقا لأن هذه الاشعة تنبثق كل ألف سنة. عندما نرصد انبثاق الاشعة فإننا لن نبحث عن ظاهرة سبقتها مسؤولة عن هذا الانبثاق.» [40]

لقد لا حظ هازنبرغ أن المنهج العلمي شهد ثورة عميقة وجريئة منذ كانط، قلبت الثوابت وزعزعتها، فمعرفة الظاهرة التي تسبق اللاحقة يبدو مستحلا في ميكانيكا الكم :

« نعلم أن معرفة الظاهرة المتسببة في انبثاق أشعة ألفا في لحظة زمنية معينة مستحيل. والجدير بالملاحظة هو أننا نعلم الظاهرة السابقة، ولكن ليس بدرجة عالية من الدقة، كما نعلم مجموع القوى الكامنة في نواة الذرة المسؤولة عن ظاهرة الانبثاق، ولكن معرفتنا بالظاهرة تبقى لا يقينية نظرا وتفاعل نواة الذرة مع بقية أجزاء الكون. لمعرفة السبب الحقيقي لانبثاق أشعة ألفا يجب معرفة بنية الكون

[38] Heisenberg W, La nature dans la physique contemporaine, p, 40.
[39] Physique et philosophie, p 101.
[40] Ibid.

المجهرية وبنية ذواتنا وذلك طبعا من المستحيلات، وبالتالي فإن براهين كانط من أجل معرفة ما قبلية فقدت صلاحيتها تماما ».[41]

بناء على استنتاجات هايزنبرغ فإن كل من فيزياء الكم وفيزياء الذرة ضربا في مقتل المفاهيم الما قبلية الكانطية، ونحن هنا نشهد على انهيار الفلسفة المثالية، شمل هذا الانهيار بعض النظريات في علم نفس الإدراك والمعارف التي تنزع لوجود معرفة ما قبلية في الذهن. إن المفهوم الكلاسيكي للسببية تطبيقه غير عام أو شامل، إنما محدود ومقتصر على ميادين معينة، وهذا يمثل ضربة قوية ضد المثالية المتعالية والميتافيزيقا، فالفيزياء الحديثة غيرت منزلة الأحكام التأليفية من الما قبلية إلى البراغماتية المنطقية الوضعية، مما يعني أن هذه الأحكام هي نسبية. سنحلل في الفصل الموالي مفهوم الزمان والمكان لأنه مخصص لنظرية النسبية الخاصة والعامة.

قانون السببية لم يعد كذلك قابلا للتطبيق في مجالات علمية أخرى مثل البيولوجيا، حيث دراسة نوعية من البكتيريا (*Escherichia coli*) أظهرت أنها قادرة على التغير من حالة إلى حالة، تفشل المختبرات الحديثة من تحقيقها اصطناعيا، كما أن هذه البكتيريا قادرة على التكاثر من دون معرفة الأسباب الظاهرة.[42] لقد تعمد هايزنبرغ في كتاب الفيزياء والفلسفة التعرض إلى اختصاصات علمية أخرى حتى يؤكد محدودية المعرفة وقصورها التام للإدراك الحقائق الثابتة وعدم صحة المفاهيم الماقبلية. فمثلا في ميدان ما يسمى بسلوك الحيوانات (*Ethology*) أثبت النمساوي كونراد لورنس *Conrad Lorenz* مختص في علم الحيوانات (*Zoologist*) أنه لا وجود لسلوك فطري في الحيوانات، حيث قارن المفاهيم المجردة المثالية للزمان والمكان مع سلوكيات بعض الحيوانات، واكتشف أن عددا منها يمتلك تركيبة بيولوجية خاصة، حيث أنها لا تدرك الزمان والمكان بكيفية مثالية عالمية كما تنبأ كانط، فالزمان والمكان بالنسبة لها هو وضعاني وليس حدسي. [43]

[41] P 102.
[42] Saint Sernin Bertrand, Andler Daniel, Fagot-Largeault Anne, Philosophie des sciences Tome I, Gallimard, France, 2002, Collection Folio essais, p, 457.
[43] Physique et philosophie, p 105.

يمكن الجزم أنه من بين أبرز التداعيات الابستيمولوجية للفيزياء الحديثة، هو تهديمها للمفاهيم الماقبلية والتأكيد على عدم وجود معرفة خالصة فوق الزمان والمكان. لا حظ هايزنبرغ الوضعية الجديدة التي فرضتها الفيزياء الحديثة، كون المعرفة وصلت إلى مرحلة حاسمة وخطيرة تتمثل في انعدام الحقائق التي لا يطالها النقد أو إعادة النظر فيها. جميع المفاهيم العلمية والفلسفية منذ التاريخ القديم إلى عصر كانط وما بعده أي حتى القرن التاسع عشر، هي محدودة ونسبية التطبيق، قد تكون صالحة في مجال علمي معين وليس في جل المجالات :

« أحيانا نعلم أننا يمكن تطبيق هذه المفاهيم عند القيام بمجموعة متنوعة من التجارب، إلا أننا لا نعلم بدقة محدودية درجة تطبيقها، وذلك ينسحب على المفاهيم الأكثر بساطة كالوجود والزمكان، مما ينجر عنه استحالة توصل العقل إلى معرفة خالصة. »

وفي هذا السياق أدرك الفيزيائيون منذ أواخر القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين كون المفاهيم الكلاسيكية في العلم لا يمكن لها مقاومة هذا التيار الجارف الذي فجرته الفيزياء الحديثة، يجب التخلي تماما عن الفكرة القديمة القائلة بوجود حقيقة ما قبلية فوق النقد أو التشكيك، وذلك ما سيتضح أكثر بعد تأسيس نظرية النسبية.

الفصل الثالث

تأسيس النسبية وانهيار لغة الميكانيكا الكلاسيكية

تأسيس النسبية يعتبر منعرجا حاسما في تاريخ الفيزياء، لقد حلل هايزنبرغ مراحل تَكَوُنْ النسبية مفصلا تداعياتها الفلسفية. إن هذه النظرية مثلت الأزمة الابستيمولوجية واللغوية الثانية بعد ميكانيكا الكم، حيث دفعت الفيزيائيين للتخلي تماما وبلا رجعة عن ذلك النظام المرجعي المثالي فيما يتعلق بالزمان والمكان. هناك النسبية الخاصة والنسبية العامة، الأولى ظهرت في خضم بحوث الكترودينامیكا حركة الأجسام، من أهم الميادين الفيزيائية خلال القرن التاسع عشر. لقد واجه الفيزيائيون صعوبات جمة في تفسير ظاهرة انتقال أشعة الضوء في الفضاء، كما ظهر جدل واسع حول طبيعة الضوء في حد ذاته. منذ فترة نيوتن ساد الاعتقاد أن الضوء ينتقل عبر مادة كيميائية منتشرة في الفضاء تسمى الأثير، فرضية لو كانت صحيحة فإن أمواج الضوء ستكون قابلة للتمطيط لأنها ذات طبيعة أثيرية، مادة كيميائية جد خفيفة، مادة لا ترى بالعين المجردة تملأ كامل أرجاء الفضاء. [44]

لم يكن جل الفيزيائيين متأكدين من صحة فرضية الأثير ومساهمته في حركة الأجسام في الفضاء، ومن جانب آخر، كانت هناك شكوك حول فكرة كون التموجات الإلكترومغناطيسية يمكن أن تكون حقيقية منفصلة عن بقية الموجودات، وهنا يثور سؤال سيمثل لغزا يتطلب حلا من قبل الفيزيائيين : كيف تنتقل الموجة الضوئية عبر الاثير ؟[45] الفيزيائي البريطاني جيمس ماكسويل *James Maxwelle* كان قد أظهر طبيعة الضوء الموجية معتقدا في آن مثل بقية علماء فيزياء القرن التاسع عشر، أن الموجة لا يمكنها أن تتنقل إلا داخل محيط مادي محسوس.

[44] Langage, physique et philosophie, op-cit, pp, 84-85
Physique et philosophie, pp, 135-136.
[45] Physique et philosophie, p 136-137.

اثبات صحة فرضية الأثير يبدو شبه مستحيل، لأن سرعة الأجسام أقل بكثير من سرعة الضوء، ولكن مع تطور آلات الرصد ظهرت أولى المحاولات للتأكد من صحة وجود الاثير في الفضاء، وأول محاولة كان قد أجراها الفيزيائي الأمريكي ميشالسون *Michealson* سنة1881، إلا أن المحاولة لم تكن ناجحة. نفس المحاولة أعيدت بعد عقدين من الزمن وبالتحديد سنة 1904 من طرف الفيزيائي ميلر *Miller* والفيزيائي مورلي *Morely* وقد جاءت بنتائج صادمة وثورية حيث أثبتت أن نظام المقدار الزمني الثابت والعالمي لا وجود له، فما الذي حصل بالضبط خلال هذه التجربة الشهيرة في تاريخ الفيزياء ؟

للحصول على نتائج واعدة، يجب القيام بالتجربة مع أجسام تكون حركتها قريبة جدا من سرعة الضوء. تدور الأرض حول الشمس بسرعة تقدر بثلاثون كيلومترا في الثانية، فلو كان الأثير ثابتا مقارنة بالشمس ولا يتنقل مع الأرض، حركة الأثير السريعة مقارنة بالأرض ينبغي أن تتمظهر مع تغير مفاجئ لسرعة الضوء، وهذه السرعة يجب أن تكون مختلفة عن الاتجاه الذي يتحرك فيه الأثير. يجب القيام بحسابات دقيقة لذبذبات حزمتين ضوئيتين تنتقلان بالتوازي والتعامد مع حركة الأرض. النتيجة بينت أن هذا التغير المرتبط بحركة الأثير لم يتمظهر خلال التجربة. [46]

في خضم هذه التجربة، قام الفيزيائي الهولندي هاندريك لورنز *Hendrik Lorenz* بصياغة معادلة رياضية تشير إلى أن حجم الأجسام ينكمش عندما تقترب حركتها من سرعة الضوء، إضافة إلى وجود في نظام مقادير الزمان "أزمنة نسبية " عوضا من أزمنة عالمية ثابتة. ما اقدم عليه لورنز يعتبر زعزعة للمفاهيم التقليدية للزمان والمكان المعهودة في اللغة الكلاسيكية، وذلك ما لاحظه هازنبرغ في كتابه اللغة والحقيقة (*Language and reality*) :

[46] P 138.

« اللغة الكلاسيكية تتأسس على مجموعة من المفاهيم القديمة للزمكان، وهذه اللغة تمدنا بمعاني غير فضفاضة أو غامضة حول نتائج التجربة التي نتحصل عليها. إلا أن الواقع اليوم يبين أن هذه المفاهيم لم تعد قابلة للتطبيق ».[47]

الخطوة الحاسمة كان قد قام بها ألبرت أينشتاين إثر كتابته لمقال حول النسبية الخاصة سنة 1905. المقال تمخض عنه التخلي تماما عن فرضية الأثير، والتمييز بين الزمان الثابت والزمان المتغير :

« يمكن التخلي عن مادة الأثير لأن نظام مقادير الأزمنة التي تخضع للحركة هي متساوية لكي نصف ما يحدث في الطبيعة. إن المسلمة القائلة بوجود مادة الأثير ثابتة في الزمان والمكان لا معنى لها، وبالتالي القول بأن الضوء ينتقل في الفراغ سيكون أكثر منطقية ومقبولية. »[48]

لقد ضبط أينشتاين الزمان الظاهري لمعادلة لورنز واعتبرها بمثابة الزمان الحقيقي، وذلك ما سيقلب قواعد الفيزياء برمتها. ما أقدم عليه اينشتاين زعزع المفاهيم القديمة للغة، لأن الظاهرة الجديدة يستحيل توصيفها باستعمال لغة الفيزياء الكلاسيكية الموروثة من الحقبة النيوتينية، كلمات هذه اللغة تعتبر أن الزمان والمكان هما فكرة مثالية فوق التجربة، وهي غير منسجمة بالمرة مع الوضعية الجديدة. إن النسبية الخاصة دفعت الفيزيائيين إلى إعادة النظر في مفهوم التزامن (*Simultaneous*). في الفيزياء الكلاسيكية يمكن الجزم أن حدثين يحصلان في مكانين مختلفين ومتباعدين هما متزامنين. مفهوم التزامن هو شرط بناء المعرفة المثالية الماقبلية، إلا أن النسبية الخاصة زعزعت هذا المفهوم.

فلنتخيل حسب الفيزياء الكلاسيكية عربة قطار يوجد فيها باب محمل بكاشف عندما يلتقط أشعة الضوء يشتغل، وفي وسط العربة هناك فانوس منطفئ وبجانبه راصد سنسميه الراكب الأول. القطار يصل إلى المحطة وعلى الرصيف يقف راصد ثان سنسميه الراكب الثاني، مباشرة عند دخول القطار

[47] Heisenberg W, Langage et réalité, in Gesammelt Werk, Band II. p, 174
[48] Physique et philosophie, p 174.

المحطة، الراصد الموجود داخل العربة يقوم بتشغيل الفانوس مما يؤدي إلى انفتاح بوابتي العربة. مهما كانت سرعة القطار فإن الراصد الموجود على متن القطار والآخر الذي يقف على الرصيف سيؤكدان انفتاح بوابتي العربة بكيفية متزامنة، أي أنهما انفتحا في نفس الوقت وفي نفس اللحظة، النسبية الخاصة تكشف العكس عندما نقترب شيئا فشيئا من سرعة الضوء. إذا أعدنا هذه التجربة مع قطار يسير في سرعة الضوء، فإنه تماما عند اللحظة التي سيصل فيها القطار المحطة، ويشغل الراكب الأول الفانوس، نفس هذا الراكب سيؤكد كون البوابتين انفتحا في نفس التوقيت، ولكن الأمر يختلف مع الراكب الثاني الواقف على الرصيف، لأنه سيؤكد العكس، أي أن البوابة الأولى للعربة انفتحت قبل البوابة الثاني، إذن بالنسبة للراكب الثاني الحدثين غير متزامنين.

لا أريد الدخول في التفاصيل الدقيقة لنظرية النسبية لأنها تحتاج إلى تصنيف كتاب خاص للتعاطي معها، ولكن هدفي منحصر بالأساس في إماطة اللثام عن محدودية القوانين والمفاهيم الكلاسيكية عندما يصل العلم إلى مستوى معين. لقد قام هايزنبرغ في كتاب الفيزياء والفلسفة بتحليل مفصل ودقيق لتجربة القطار مبرزا تداعيات النسبية الخاصة على الميكانيكا واللغة الكلاسيكية :

« عند وقوع حدثين في منطقة محددة من الفضاء نعلن أنهما متلازمين ومتزامنين، هذا اللفظ واضح ومتميز وليس غامض. فلنتخيل ثلاث نقاط (أ) و (ب) و (ج) في الفضاء على شكل مستقيم، النقطة (ب) موجودة في الوسط والمسافة الفاصلة بينها وبين النقطة (أ) والنقطة (ج) متساوية. من النقطتين (أ) و (ج) تصدر أشعة ضوء في اللحظة التي يقع فيها الحدثين لينتهيا عند النقطة (ب) في نفس الوقت، وذلك هو تعريف التزامن، الحدث الثاني لا يمكن في نظر الراصد أن يكون غير ملازم للأول والعكس » [49].

نستنتج إذن أن مفهوم التزامن في نظرية النسبية يختلف معناه عما عهدناه في فترة نيوتن، فقوانين النسبية تدفعنا شيئا فشيئا للتخلي عن لغة الميكانيكا الكلاسيكية. هايزنبرغ يقر كون النسبية

[49] Physique et philosophie, p 144.

الخاصة جعلت من مفهوم التزامن مفهوما غامضا. في حياتنا اليومية، مفهوم التزامن يمدنا بمعطيات واضحة ومتميزة منسجمة مع المنطق، لكن نخطئ إذا اعتقدنا أن هذا المفهوم ينسحب على جميع الأحداث التي تقع خارج الكرة الأرضية، إنه يصبح بلا معنى في حالة دراستنا للأجسام التي تقترب من سرعة الضوء. إن الحدث الذي تقترب من سرعة الضوء لن يكون متزامنا بالنسبة لشخصين بصدد رصد هذا الحدث، وبالتالي فإن الفيزياء الحديثة بصفة عامة والنسبية بصفة خاصة فرضت على الفيزيائيين تعديل المفاهيم الكلاسيكية مثل الزمان المكان والتزامن المتعارف والمتفق عليها منذ فترة غاليلي ونيوتن، وذلك ما أكده هازنبرغ :

« نظرية النسبية أجبرت الفيزيائيين على تغيير معاني المفاهيم المستعملة في الفيزياء الكلاسيكية، وجعلها أكثر وضوحا لكي تكون منسجمة أكثر مع الوضعية الجديدة » .[50]

كما أنه يستحيل الحديث عن زمان مطلق وثابت، لأن النسبية تعتبر أن كل مجرة وكل كوكب وكل نجم له زمانه الخاص به. من خلال قوانين النسبية العامة أقدم أينشتاين على تغيير مفهوم الزمان بكيفية جذرية، والجدير بالذكر فإن مفهوم الزمان مرتبط بمفهوم الجاذبية المعروف منذ فترة نيوتن. في مجال الفيزياء الكلاسيكية، الجاذبية هي قوة تؤثر في الأجسام عن بعد *a force at a distance* بيد أن أينشتاين قلب هذا المفهوم عندما تمكن من اكتشاف سر قانون العطالة (*inertial force*) حيث أنه تبنى الأطروحة القائلة كون قوى الجاذبية تخضع لخصائص الفضاء، بتعبير آخر، الجاذبية هي نتاج لكتلة الجسم، فالجاذبية مرتبطة بالفضاء وليست مفهوما مجردا وثابتا، كلما زادت أو انخفضت كتلة الجسم تزيد أو تنخفض الجاذبية بكيفية طردية، وبالتالي فإن خصائص فضاء معين محكومة بنوعية الجاذبية.[51] إذن الفضاء أو المكان ليس بمفهوم متجانس ينسحب على الكون برمته إنما نسبي متغير :

[50] Physique et philosophie, p 145.
[51] P 151-152.

« إن فكرة المكان والفضاء الثابت المجرد وقع التخلي عنها في نظرية النسبية » .[52]

إن نظرية النسبية لم تبرز محدودية المفاهيم الزمان المكان التزامن الجاذبية فحسب بل كذلك الهندسة الإقليدية. لقد التجأ أينشتاين خلال صياغته لنظرية النسبية العامة سنة 1915 إلى مبادئ هندسة ريمان Reimann. [53] واضح إذن كون النسبية العامة زعزعت مبادئ الهندسة الإقليدية التي كان يعتبرها الفيزيائيون كمسلمات ما قبلية فوق التجربة والملاحظة، ولكن هذا لا يعني أن هذه المبادئ خاطئة بل صالحة في الفضاء المسطح فقط لا الفضاء المقعر أو المحدب.[54]

إن كلا من النسبية الخاصة والعامة أثبتا بالتجربة محدودية اللغة الكلاسيكية، لأن الظواهر داخلها يستحيل التعبير عنها بواسطة المفاهيم المألوفة التي اعتاد عليها الذهن، وعليه تصبح الميكانيكا واللغة الكلاسيكية غير صالحين للتوظيف والتطبيق في حالة اقتراب الأجسام المرصودة من سرعة الضوء، وفي الآن ذاته يجب عدم الحكم عليها بالخطأ، فظهور ظواهر جديدة معقدة يدفع العلماء للابتكار لغة غير اللغة القديمة تتسم اكثر بالمرونة والنجاعة لكي نتكيف مع الوضعية.

في الفيزياء الكلاسيكية الزمان والمكان مستقلين، أي أنهما غير مرتبطين ببعضهما البعض، ما يعني أنهما مجردين مثاليين، النسبية وجهت الضربة القاضية الثانية بعد ميكانيكا الكم ضد المثالية وذلك بالتوحيد بين الزمان والمكان، الزمان متعلق بالمكان والعكس، ما يعطي الزمكان. وبالتالي تنتفي كل إمكانية لتأسيس نظرية معرفة مثالية متعالية. لقد حلل هايزنبرغ في كتابه نظرية النسبية لا لأنها أحدثت ثورة في مجال الفكر الفلسفي بل أيضا أعادت للأذهان أسئلة غالبا ما كانت حكرا على رجال اللاهوت. من بينها هل الكون متناهي أم غير متناهي ؟ الزمان هل له بداية وله نهاية ؟ ماذا وجد قبل وجود الزمان وماذا سيوجد آخره ؟ [55]

---

[52] P 149.

[53] جورج فريديريك ريمان رياضي وفيزيائي ألماني (1826-1866) قدم إنجازات كبيرة في مجال الهندسة التفاضلية ومجال الطوبولوجيا topology وهي في الراضيات دراسة تغيرات خصائص الأجسام

[54] P 152-153.

[55] P 155.

الفيلسوف اليوناني أرسطو كان يعتقد أن الفضاء نهائي، ومتعلق بالأجسام، أي لا وجود للفضاء إذا لم توجد أجسام. أما كانط فقد رأى في هذا السؤال ضربا من المفارقة المنطقية التي لا يمكن الإجابة عنها (*antinomy*). الفضاء لا يمكن أن يكون نهائيا لأن الذهن البشري لا يستطيع تصور نهاية للفضاء، مهما كان بعد النقطة التي نتخيلها في الفضاء فإننا سنكون قادرين على تصور نقطة أبعد من الأولى وهكذا دواليك، وفي المقابل، لا يمكن للفضاء أن يكون لا متناهيا لأنه حقيقة يدركها الذهن ويتخيلها وإلا ما كنا قادرين على تخيله. يمكن القول أن نظرية النسبية العامة تمكنت من حسم هذه المفارقة الفلسفية، فالهندسة الرباعية الأبعاد كشفت عن كيفية ولادة المجرات وتوزعها في الفضاء. لقد تمكن الفلكيون خلال القرن العشرين من فك لغز الكون، فالفضاء هو في تمدد وتوسع مستمر، لو عدنا إلى الوراء سنصل إلى النقطة الأولى التي بدأ منها الكون، ونحن نشير ها هنا إلى نظرية الانفجار العظيم، حسب هذه النظرية يصبح الفضاء حقيقة نهائية لها بداية. كما أن نظرية الانفجار العظيم حسمت الجدال الفلسفي حول طبيعة الزمان والكون على أنهما ليس لهما بداية، بل جميع ما تم رصده والتوصل إليه في مجال علم الكون وفيزياء النجوم يثبت وبلا أدنى شك أن الزمان بدأ في اللحظة التي انفجرت فيها ما يسميه علماء الفلك والفيزياء بالشذيذة *Singularity*.

الفصل الرابع

واقع جديد زعزع اللغة

عرض هايزنبرغ في كتاب الفيزياء والفلسفة مجموعة من الأنساق (*système*) العلمية تخضع لضرب من التراتبية، حيث نجد في الأسفل الأنساق الظاهرتية القادرة على وصف الظواهر الفيزيائية والتنبؤ بنتائجها. نستطيع تتبع المسار التاريخي لهذه الأنساق بداية من فترة نيوتن. منذ القرن السابع عشر شهدت النظريات العلمية تطورا سريعا ومطردا أفرز واقعا جديدا أدى إلى تثوير المعارف الإنسانية. النسق الفيزيائي الأول حسب هايزنبرغ هو النسق النيوتوني، يتضمن جملة من المسلمات البديهية (*axiom*) مترابطة ومتماسكة فيما بينها إلى درجة أنها تتحول إلى نسق مغلق، والنسق المغلق هو مجموعة من المعادلات والرموز الرياضية المجردة. عناصره تخضع للانسجام والتناسق وغير متناقضة، مفاهيمه قادرة على وصف بنية مثالية لا تخضع لخصائص الزمان والمكان. النسق الثاني تشكل خلال القرن التاسع عشر وهو التيرموديناميكا *thermodynamique* يدرس نشاط الحرارة داخل جسم ما، يحتوي على مفاهيم ورموز خاصة به لا نجدها في نسق آخر، مثل مفاهيم الحرارة، الأنتروبيا بمعنى الفوضى، الطاقة، والمفهوم الرئيس في هذا النسق هو الإحتمالية لعلاقته الوطيدة بمفهوم الفوضى (*entropie*).[56] النسق المغلق الثالث تمظهر في العقد الأول من القرن العشرين بالاعتماد على أبحاث لورنز، أينشتاين، و منكوفسكي Minkovski هذا النسق يحتوي على نظرية النسبية، علم البصريات، و الحقل المغناطيسي.[57] النسق الرابع والأخير يتضمن فيزياء الكم وهي تمثل أكثر مرحلة متقدمة في تطور علوم الفيزياء. إن هذه الأنساق الفيزيائية الأربعة رغم اختلافاتها إلا أنها متصلة ومتقاربة فيما بينها، وما يمكن الجزم به أن تطور هذه الأنساق أدى إلى قطيعة واضحة مع الفيزياء الكلاسيكية.

[56] Physique et philosophie, p 117 – 118.
[57] P 118-119.

الحدث العلمي الذي ساهم في تعميق هذه القطيعة هو التأليف بين قوانين الكيمياء ونظرية الكم مطلع القرن العشرين، حيث أصبحت قوانين الكيمياء غير قابلة للإختزال (*irreducible*) لكي يتم دمجها في الفيزياء الكلاسيكية. منذ بدايات القرن العشرين شهدت الكيمياء تطورا متسارعا واكتشف الكيميائيون والفيزيائيون عناصر جديدة في ميكانيزم الذرة لا يمكن التعبير عنها بواسطة اللغة الكلاسيكية المتعارف عليها منذ فترة نيوتن. لكي يتمكن الفيزيائيون من تقديم وصف *كيفي qualitative* لقوانين الكيمياء ينبغي صياغة مفاهيم جديدة منسجمة مع الواقع الجديد، لأن العناصر المكتشفة غير ثابتة أو مستقرة كما اعتدنا على استقرار في الميكانيكا الكلاسيكية العقلانية. [58] قوانين الكيمياء تقدم دليلا إضافيا على عدم إمكانية بناء معرفة مثالية ثابتة، وأن منهج المثالية في العلوم فقد كل مصداقية. وفي هذا المقام أصبح محالا التحدث عن العالم بمختلف ظواهره بموثوقية أو منفصلا عن أداة الرصد المستعلمة في دراسة الظاهرة، وبالتالي رغبة أينشتاين المتمثلة في الإيمان بوجود كوكب القمر وراءه سواء كانت عيناه مفتوحتان أو مغمضتان أصبحت أضغاث أحلام. إن فيزياء الكم لا تسمح لنا بتقديم وصف دقيق وموضوعي عن الطبيعة وهذا يعود لشدة تعقيد الظاهرة، فالعالم الجديد الذي فرضته نظرية الكم ليس عالم الفيزياء الكلاسيكية الذي يتسم بالبساطة والبداهة، وإمكانية عقلنة وتجريد القوانين ووضعها في منزلة فوق الزمان والمكان. إن النتائج المتمخضة عن فيزياء الكم فرضت على الفيزيائيين طريقتين لوصف الظواهر، الطريقة الأولى تخول لنا الاعتماد على القوانين الكلاسيكية فقط في وصف الظواهر اللامجهرية (*macroscopique*)، ولكن لا يمكن الاعتماد عليها في وصف الظواهر المجهرية (*microscopique*) وفي صورة ما قمنا بذلك ستحملنا إلا ضرب من التناقض الإبستيمولوجي :

[58] الميكانيكا الكلاسيكية تسمى أيضا عقلانية لأنها تخضع للمنطق الإنساني المتداول والمألوف، أما الفيزياء الحديثة رأينا كيف تحتوي على ظواهر تشذ عما هو مألوف. الفاهمة الإنسانية اعتادت على الظواهر الكلاسيكية منذ ألوف السنين حتى اصبحت ضربا من البداهة العقلانية الصارمة، وبالتالي فإن الفيزياء الحديثة هي لا عقلانية، هذا الوصف ليس سلبيا بل بالعكس هو إيجابي، ذلك وان أمور كثيرة توجد في الكون العقل البشري غير قادر على الإحاطة بها.

« إن الظواهر الإلكترومغناطيسية لا يمكن وصفها بالاعتماد على قوانين نيوتن وبالتالي فإن هذه الظواهر أدت إلى بروز نسق مغلق جديد » .[59]

لقد شكلت فيزياء الكم واقعا جديدا مفاده أنه لا يوجد نسق أو نظام علمي يقوم على جملة من المفاهيم والقواعد المؤكسمة [60] يمثل حقيقة مثالية فوق التجربة أو غير قابلة للمراجعة والتعديل، ذلك وأن التطور العلمي المطرد قد يسلط الضوء على ظواهر غير مألوفة تخضع لقوانين لم يتم التعرض إليها في السابق، ما يعني أنه يستحيل توظيف القوانين القديمة من أجل فهو القوانين الجديدة. يجب إذن التخلي عن تلك الموثوقية العلمية والإبستيمولوجية والتي تؤسس غالبا إلى مفهوم الحتمية وذلك منذ فترة نيوتن :

«عندما نعرض نسقا علميا يحتوي على مجموعة من الأكسيوميات والمفاهيم المجردة والرموز الرياضية، فنحن بصدد جعله حقيقة مثالية بهدف تفسير وتبسيط الواقع. ولكن مهما قدم لنا هذا النسق من تفسير فإنه يبقى بعيدا عن الحقيقة الكاملة النهائية. »

يبدو جليا أن تداعيات فيزياء الكم زعزعت مبادئ وقواعد المعرفة واللغة الكلاسيكية، لأن نتائج كل نظرية علمية مهما كانت دقتها تبقى غير نهائية وقابلة للتغيير في أي وقت. فالمعرفة الكلاسيكية المثالية وصلت إلى نهايتها مع ظهور الفيزياء الحديثة، وهذا في حد ذاته يعتبر طفرة ابستيمولوجية كبيرة فيما يخص رؤيتنا للحقيقة العلمية على أنها غير ثابتة بل متغيرة. وبناء على ما سبق فإن النسق المغلق لم يعد نسقا عالميا صالحا لكل زمان ومكان لا تطاله محاولات التعديل أو الإضافة أو حتى الاستبدال، فالاكتشافات الجديدة في كل حقل علمي كشفت سذاجة هذه المقاربة. الواقع الذي أفرزته نظرية الكم يستوجب العمل على تأسيس لغة جديدة أكثر براغماتية قادرة على تجاوز ما لم تقدر على تجاوزه اللغة الكلاسيكية.

لقد تحدثنا في بدايات هذا الفصل عن الصعوبات التقنية التي اعترضت اللغة الكلاسيكية عندما يحاول الفيزيائيون وصف الميكانيزم الداخلي للذرة، فعالم الذرة تختلف طبيعته عن العالم اللامجهري

[59] Physique et philosophie, p 115.
[60] Axiome تعني مسلمة منطقية غير قابلة للتشكيك.

الذي يتصف غالبا بالبساطة والبداهة، كما أن الحقيقة قطعا ستكون أقل موضوعية وغير حتمية، هايزنبرغ دافع عن هذه المقاربة اللاموضوعية واللاحتمية للحقيقة والطبيعة، ما يفسر دخوله في جدال كبير أدى في بعض الأحيان إلى نشوب صدام مع التيار الدغمائي التقليدي المتمسك بالحتمية العلمية، مبرزا أن اللغة الكلاسيكية أصبحت فاقدة الصلاحية أو لغة غير دقيقة وغير أكاديمية (jargon). وتبعا لذلك وجد الفيزيائيون أنفسهم مضطرين لصياغة لغة جديدة، هايزنبرغ وضح تباشير هذا الواقع :

« سرعان ما أدرك الفيزيائيون أن فيزياء الكم أثبتت قصور مفاهيم اللغة الكلاسيكية وعدم قدرتها على تقديم وصف دقيق للطبيعة حيث أن تطبيق هذه المفاهيم أصبح محدودا بشكل كبير ويجب الحذر في استعمالها ». [61]

النسبية الخاصة زعزعت مفهوم التزامن أما النسبية العامة فزعزعت مفهومي الزمكان والمكان، وظهرت المحدودية التطبيقية لهذه المفاهيم على أرض التجربة، فهي تصبح فاقدة للدقة والموضوعية إذا ما حاولنا توظيفها داخل نظرية النسبية، كما اتضح للقارئ منذ الفصل السابق أن اللغة الكلاسيكية تجاوزتها الاحداث، وبالتالي سنركز أكثر في هذا الفصل على تداعيات الفيزياء الحديثة على اللغة، وسنتبين كيف غيرت جذريا قواعد المنطق الكلاسيكي الذي نستعمله في فهمنا للأشياء والظواهر في حياتنا اليومية. لا شك أن اللغة تلعب دورا حيويا في بناء المعارف وهذا لا يقتصر على الفيزياء بل على جل المجالات والاختصاصات العلمية، فالعلماء لن يقدروا على التواصل فيما بينهم وتوضيح نتائج أبحاثهم إذا لم يتفقوا على الوسيلة لتحقيق ذلك المتمثلة طبعا في اللغة. في نظر هازنبرغ فإن اللغة ليست وسيلة تواصل فحسب بل إنها الشرط الأساسي من أجل تطور الفكر الإنساني :

« الإنسانية كونت اللغة بداية من عصر ما قبل التاريخ كوسيلة للتعبير عن الأفكار وكقاعدة أساسية للتفكير.» [59]

[61] Physique et philosophie, p 145.
[59] p 232

في الفيزياء اللغة المستعملة هي اللغة اليومية *usual language* المتداولة كل يوم. اكتساب الإنسان للغة يتم عبر التكرار، أي في كل مرة يستمع فيها الإنسان لكلمة للتعبير عن شيء أو لوصف حدث ما، ومع الوقت تصبح المفاهيم دقيقة في احالتها للأشياء المتحدث عنها. وبالتالي فإن الأطفال لا يتعلمون معنى الكلمات من خلال المعجم بل من خلال استماعهم للكبار وما يقولونه محاولين الاقتداء بهم. الطفل الذي نعطيه لعبة ليتسلى بها كالكرة مثلان نقول له "خذ هذه الكرة " سيحفظ كلمة كرة وسينطق بها في كل مرة عندما يريد أن يلعب بهذه الكرة، لكن لا حظ هايزنبرغ أن للمحيط الذي يعيش فيه هذا الطفل تأثير إما سلبي أو إيجابي في استعمال كلمة كرة. مهما كانت درجة الدقة والبداهة للغة اليومية فإنها قد تعترض صعوبات جمة في تثبيت الإحالة بين المفهوم أي الكلمة المستعملة (كرة) والشيء المتعلقة به (الكرة كموجود عيني)، وقد فسر هازنبرغ هذه الصعوبات في مقال فلسفي أصدره سنة 1942 :

« الحدود الفاصلة بين الأشياء التي يمكن تسميتها كرة والأشياء التي لا يمكن تسميتها كذلك غير واضحة».[62]

ولكي نفهم أكثر المسألة فلنأخذ كلمة " دافئ " كمثال، كم من مرة يدخل شخص منزله ذات يوم قارس ليقول الجو دافئ في هذه الغرفة، غير أن الشخص الذي لم يغادر المنزل ولم يشعر ببرودة الطقس في الخارج سيقول العكس سيقول الطقس بارد. إن هذا التناقض يطرح أن للكلمة عدة معاني *polysemy* وليس معنى واحد، وهي مرتبطة بالحالة التي وجد فيه الشخص، مما يعقد دقة معاني الكلمات، وفي هذا الصدد يقول هايزنبرغ :

« كل واحد منا يعلم مسبقا أن الكلمات التي ننطق بها ليست دقيقة كما يخيل إلينا، وأن درجة تطبيقاتها فيه محدود، مثال يمكن القول قطعة جبن أو قطعة من الحديد، ولكن لا يمكن القول قطعة من الماء، فقطعة كلمة لا يمكن استعمالها مع السوائل.» [63]

[62] Philosophie, le manuscrit de 1942, p, 256.

لذلك أكد هايزنبرغ أن النظام اللغوي مبني على أسس غير دقيقة مشكوك فيها. هنا يجب أن يتدخل المنطق، كمنهج عقلاني فلسفي دوره يتمثل في توضيح ورفع اللبس عن الكلمات والتعبيرات اللغوية، والمنطق الأرسطي شكل ثورة في تاريخ اللغة حيث بلغت مرحلة متقدمة من التجريد جعلها تكون القاعدة الأساسية لكل بحث علمي في المستقبل :

« لكي نمنح دعامة ثابتة للفكر العلمي، بدأ أرسطو في منطقه بتحليل قوالب اللغة، البنية الصورية للاستنتاجات والبراهين العقلانية بفصلها عن محتواها. ونجح من الوصول إلى مستوى عال من التجريد والدقة مساهما بذلك في الإيضاح بشكل كبير للكلمات والمفاهيم اللغوية ووضع لبناء المنهج الفكري».[64]

اكتسبت اللغة مع منطق أرسطو ثقة قوية ما جعلها المنهج الأول المعتمد في وصف الظواهر الطبيعية توضيعها وتفسيرها، ولكنها تتضمن نقائص عديدة حيث أظهرت افتقارا للدقة والتوضيح لبعض الظواهر، وبالتالي هذه الثقة شكلت عائقا ابستيمولوجيا وعلميا لبناء لغة جديدة قادرة على الانسجام مع حركة العلمة المتطورة :

« يبدو جليا أن مفاهيم للغة اليومية وعدم دقتها وشموليتها في التعريف، لا تسمح بالقيام باستنتاجات عديدة صائبة.» [65]

في اليونان القديمة كان الجمع بين اللغة والمنطق ضروريا، ولكن هايزنبرغ يؤكد أن اللغة وحدها لا تكفي لمدنا بتوصيف دقيق للعالم الخارجي، والمنطق يجب توظيفه مع اللغة بهدف استكمال التوضيح ووضع الأسس الأولى للتفكير والعلم في آن. لا شك أن ميكانيكا نيوتن ساهمت في التوحيد بين اللغة والمنطق:

---

[63] Physique et philosophie, p223.
[64] Physique et philosophie, pp, 224-225.
[65] P 227.

« منذ ثلاثة قرون، ألف إسحاق نيوتن كتابه الشهير *المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية* وهذه الدقة والإيضاح في اللغة اليومية من خلال المجردات والرموز الرياضية مثلت العمود الفقري للعلم الصحيح[66] » .

في جميع المجالات العلمية يجب استعمال اللغة بطريقة دقيقة ومحددة حتى تصبح اللغة يومية، أي متداولة ولا تطرح أية عوائق ابستيمولوجية، لذلك هايزنبرغ يؤكد على وجوب وجود علاقة متينة بين الأسماء(*noun*) والمفاهيم (*concept*) كل اسم يجب أن يحيل إلى المفهوم المتعلق به، وتحقيق ذلك يمر عبر الرياضيات :

« في الفيزياء النظرية نحاول فهم سلسلة من الظواهر بتوظيف رموز رياضية تحيل لمجرى هذه الظواهر، نستعمل الأسماء التي تكشف العلاقة التلازمية بين الظاهرة والرمز، وبناء عليه، الرموز في الرياضيات تمثل مجموعة من الظواهر أين تكون العلاقة بينها وبين الرموز منسجمة ومنطقية.» [67]

مهما اكتسبت اللغة من دقة وتوضيح فإنها حسب هايزنبرغ تبقى قاصرة على تقديم صورة مثالية عما يحصل في الطبيعة، لأن العلم والمعرفة في تطور مستمر لا يتوقف. أبرز مثال على ذلك هو ظهور علم الكهرومغناطيس والديناميكا الحرارية بهدف تقديم صورة عن ظواهر لم تكن معروفة في السابق وقوانينها تشذ عن لغة الميكانيكا الكلاسيكية :

« في كل مناسبة تتطور العلوم تتطور معها اللغة وتصبح أكثر ثراء وتعقيدا، مصطلحات جديد قد يتم إدخالها واستعمالها، فالحقل اللغوي يتوسع شيئا فشيئا» .[68]

منذ ظهور الفيزياء الحديثة، النسبية الخاصة والعامة غيرتا فهمنا الكلاسيكي المتعارف عليه منذ ألوف السنين لمفاهيم الزمان والمكان والتزامن كما وضحنا ذلك آنفا، أما فيزياء الكم فقد هدمت مفهوم الحتمية العلمية. هذه الثورة الفيزياء تتطلب قيام لغة جديدة تكون أكثر دقة ووضوحا، لأن الظواهر

[66] Langage et réalité, p, 278.
[67] Physique et philosophie, p 228.
[68] P 229.

المدروسة في فيزياء الكم يستحيل توصيفها باستعمال مفاهيم اللغة الكلاسيكية المعتاد عليه. هايزنبرغ أدرك هذه الحقيقة وعبر عنها ليس في كتاب الفيزياء والفلسفة فحسب بل أيضا في كتاب اللغة والحقيقة *Language and reality* حيث كتب *:*

« خلال وصفنا للأحداث والظواهر التي تقع في العالم المجهري، كل جزئية مرصودة ومدروسة بكيفية رياضية لا يمكن تطويعها للغة الكلاسيكية، وهذا ما لم يستوعيه العديد من الفيزيائيين الكبار مثل أينشتاين الذي بقي إلى آخر أيام حياته يواجه صعوبات في التكيف مع هذا الواقع الجديد».[69]

منذ اكتشاف الظاهرة الكمية من طرف الفيزيائي الألماني ماكس بلانك، الحقيقة المتعارف عليها كون الاجسام ينبثق منها الضوء بكيفية مسترسلة *continuity* لم تعد مقبولة، حسب قانون بلانك الجديد المادة ينبثق منها الضوء بكيفية متقطعة، تقطع غير موجود في الفيزياء الكلاسيكية. بعد التجربة التي قام بها أينشتاين المعروفة باسم الكهروضوئي *photo-electric* اكتشف أن الضوء يتمظهر للعين المجردة حسب حالتين متمايزتين الأولى الموجة، والثانية الجزي، تجربة يونغ التي تطرقنا إليها في الفصل الأول توضح هذه الحقيقة الجديد. نتائج هذه التجربة تؤكد أن الكهرب مرة يظهر كموجة ومرة كجزيء وهو ما تسبب في عدم وضوح في توصيفه. إن الكهرب لا يشبه لأي شيء في الواقع يمكن مقارنته به، ما يفسر استعمال الفيزيائيين في توصيفه مصطلح الموج-الجزيء. تجربة غرفة ولسن مكنت هايزنبرغ من ملاحظة القصور الموجود في اللغة اليومية المستعملة، لأنها فرضت ضربا من الغموض فيما يتعلق بمفهوم المدار، مدار الكهرب داخل الذرة، هايزنبرغ يفسر هذا الواقع الجديد في كتابه " الجزء والكل " :

«في ميكانيك الكم، مفهوم المدار غير واقعي، وفي ميكانيكا التموجات wave mechanics قد نرصد حزمة من الضوء فنقول " يمكن رصد مدار الكهرب داخل غرفة ولسن". ولكن قد لا يكون ما

[69] Langage et réalité ;

رصدناه هو بالفعل مدار الكهرب الصحيح يمكن أن يكون ما رصدنا ليس سوى مجموعة متقطعة من المواقع».[70]

المقاربة اللايقينية واللاحتمية التي تبناها هايزنبرغ في مجمع كوبنهاغن وضعت مجموعة من المفاهيم كالسرعة، الموقع، والمدار تحت محك النظر، لقد رأينا كيف يجعل مبدا اللايقين من السرعة والموقع احتسابهما مستحيلا، إذا احتسبنا السرعة لن نتمكن من معرفة الموقع والعكس، هايزنبرغ سلط الضوء على هذه الحقيقة عندما حلل مفهوم الحرارة قائلا :

« في علم الترموديناميكا thermodynamic الكلاسيكية، مفهوم الحرارة يبدو أنه يصف حقيقة موضوعية للواقع وللمادة. في حياتنا اليومية أحيانا تعترضنا صعوبات عند قياس درجة حرارة لجسم ما باستعمال ميزان حرارة بطريقة نهائية وثابتة. أما عندما نريد قياس حرارة الذرة سنجد أنفسنا أمام وضعية أكثر صعوبة مقارنة بالفيزياء الكلاسيكية. في الواقع يستحيل إقامة رابط بين مفهوم الحرارة ضمن خاصية محددة في الذرة بسبب معارفنا المحدودة والغير مكتملة تجاه الذرة في حد ذاتها » .[71]

فيزياء الكم أدت إلى حالة تناقض كبيرة على مستوى اللغة، لأن الشرط الأولي للتعبير عن نتائج العلم يتمثل في استعمال لغة دقيقة وواضحة لكي نتمكن من إيصال الفكرة للمتلقي من دون غموض. إلا أنه في المجال الذري اللغة والمفاهيم الكلاسيكية لا يمكنهم التعاطي معها بكيفية موضوعية مع ما يجري داخل الذرة، مما دفع الفيزيائيين إلى الاضطرار لاستعمال لغة غامضة ومعقدة وذلك ما حصل مع الفيزيائي الدنماركي نيلز بور Niels Bohr عند صاغ مفهوم " التكاملية " Complementarity :

[70] Heisenberg W, La partie et le tout, traduction de Paul Kessler, Éditions Albin Michel, Paris, 1972, pp, 112-113.
[71] Physique et philosophie, p 239.

« من الوهلة الأولى، يمكن القول أن مفهوم التكاملية الذي استعمله بور شجع الفيزيائيين على استعمال لغة معقدة وغامضة مكان لغة بسيطة وواضحة، إنهم اضطروا إلى استعمال المفاهيم الغامضة انسجاما مع وضعية اللايقين ».[72]

استعمال مفهوم الموجة-الجزيء يعني عدم قدرة اللغة على تقديم صورة دقيقة حول الظاهرة الكمية أو فهمها، وبالتالي ينبغي توظيف لغة جديدة منسجمة أكثر مع هذه الوضعية. اللغة الجديدة تتطلب منطقا جديدا يختلف تماما عن المنطق الكلاسيكي الارسطي، وهو ما حصل خلال ثلاثينيات القرن العشرين حيث قام كل من بيركوف Birkhof وفون نومان von Neuman من قوانين جديدة للمنطق الكمي، وقد لا حظ هايزنبرغ أن المنطق الكمي غريب جدا لأنه يتعارض مع فهمنا العادي والمألوف للظواهر والأحداث، لذلك وجد الفيزيائيون صعوبات عديدة في توظيفه وفهمه.[73]

المنطق الأرسطي يعلن أن كل قضية عقلية إمام صحيحة أو خاطئة، ما يسمى بمبدأ الثالث المرفوع *principle of excluded third party* . مثال ذلك نقول هل توجد طاولة في هذا المكان أم لا توجد ؟ لا وجود لإمكانية ثالثة بين هاتين القضيتين، أم المنطق الكمي فإنه يتحدى هذا المبدأ المتفق عليه، تجربة الثقبين التي درسناها في الفصل الأول مفادها أن الكهرب يمكن له أن يمر بين الثقبين في نفس الوقت واللحظة، وسنجد أنفسنا مضطرين لعدم القول هل الكهرب مر من الثقب الأول أو الثقب الثاني، ولكنه مر من الاثنين. هذا الإرباك حاول تجنبه ويزكار Weizsacker بإدخال مفهوم جديد يسمى درجة الحقيقة The degree of the truth. عندما تكون القضية المنطقية صائبة تصعد درجة الحقيقة إلى الرقم واحد وعندما تكون خاطئة تبقي في الصفر، بيد أنها بمكن أن تتواجد بين الصفر والواحد أي صفر فاصل خمسة 0.5 ، إشارة إلى أن القضية تقترب من الصواب أكثر من الخطأ. وبالتالي يمكن الاستنتاج أنه في ميكانيكا توجد حالات لا يمكن أن نحسم فيها حقيقة القضية بالقول إما

[72] P 238.
[73] P 241.

صائبة أو خاطئة بل قد تقع في الوسط، لا صائبة ولا خاطئة. لقد فسر هايزنبرغ هذه الواقع الغريب والمريب بالقول :

« الذرة إما في النصف الأيمن أو إما في النصف الأيسر وهو ما يسمى التكامل عند الإقرار. كل إقرار متكامل يتساءل هل الذرة في الجانب الأيسر أو الجانب الأيمن ؟ هو غير معلوم، غير معلوم لا يعني غير معروف بل يعني التكامل » .[74]

تداعيات المنطق الكمي على اللغة تتفرع إلى ثلاثة مستويات حسب ويزكار : المستوى الأول يحيل للأشياء المستوى الثاني يحيل للذرات، والمستوى الثالث يحيل للتأكيدات المحمولة على تأكيدات سابقة حول الأشياء.[75] نستخلص إذن مدى غرابة المنطق الكمي، فالعقل يجد صعوبات للإحاطة به واستيعابه لأننا نفكر بطريقة كلاسيكية. هذه التداعيات جعلت من العلماء يستعملون لغة فضفاضة وغير دقيقة، لأنه في المجال الكمي لا يتعاملون مع أشياء حقيقية ولكن مع أشياء احتمالية قد تحدث أو لا تحدث.

[74] Langage physique et philosophie, p 98.
Physique et philosophie, p 244.
[75] Langage physique et philosophie, p 99.

الباب الثاني

الفيزياء الحديثة وتداعياتها العلمية

إنه من الخطأ الاعتقاد أن الفيزياء مهمتها تنحصر في الإجابة عن سؤال ما الطبيعة، إن الفيزياء هي ما يمكن قوله عن الطبيعة.

نيلز بورNiels Bohr

فيزيائي دنماركي

الفصل الخامس

اكتشاف وتطور الفيزياء النووية

عرض هايزنبرغ في كتاب " الفيزياء والفلسفة " سلم التطور التاريخي لفكرة الذرة والنظريات الذرية، وذلك من خلال العودة إلى اليونان القديمة وتحليل مقاربات فلاسفة الحقبة الما قبل سقراطية، ومن أبرزهم طاليس مرورا بالعصر الوسيط ثم الحديث. حسب هايزنبرغ ينبغي التعرف على المناهج العلمية والابستيمولوجية التي أثرت على كل حقبة حتى نكون صورة واضحة ومكتملة عن مفهوم المادة وكيفية تطوره. تاريخيا مفهوم المادة ليس بحديث العهد إنه ضارب في القدم، ولكن طريقة فهم الانسان للمادة والتعاطي معها علميا وفلسفيا مرت بتحولات جذرية أثناء كل فترة عندما تتقدم الاكتشافات العلمية وتتطور أساليب البحث العلمي. مما لا شك فيه، فإن القفزة التكنولوجية الرهيبة مطلع القرن العشرين أدت إلى ظهور فروع علمية جديدة في حقل الفيزياء، أهمها الفيزياء النووية. التطور السريع لنسق العلم ساهم في ظهور آلات رصد تتميز بالدقة كانت عاملا مباشرا في تثوير معارف الإنسان تجاه بنية المادة بصفة عامة.

لقد سلط هايزنبرغ الأضواء على هذا التغير المفاجئ، السريع والمصيري الذي أحدث ثورة كبيرة في تاريخ العلوم، ولكن ذلك لا يعني أن البنية القديمة للمادة لا تمت بصلة بالبنية الحديثة إنما يوجد تشابه ولو كان ضئيلا بين البنيتين، ومع ذلك فإن هذا التشابه لن يحد من درجة الاختلاف الإبستيمولوجي الصارخ التي فرضتها تكنولوجيا الفيزياء النووية. إن هذا الاختلاف الإبستيمولوجي سيكون واضحا وجليا من خلال طريقة هايزنبرغ التي تعتمد على المقارنة بين الفلسفة الهلينية القديمة والفيزياء الحديثة[76]. لقد رسمت الفيزياء الحديثة مطلع القرن العشرين خصائص صورة غير مسبوقة للبنية الذرية. تعددت نماذج الذرة واتخذت أشكالا مختلفة، بنى كانت تحت تأثير مقاربات فلسفية شكلت أفكارا عامة عن الذرة. رسم فلاسفة اليونان خصائص الذرة، فمثلا أرسطو اعتبر الذرة كقوة Potentiel لا توجد إلا

[76] Physique et philosophie, p 79.

إذا ما تعلقت بالشكل Forme لا تشبه الماء أو الفراغ ولكنها جوهر غير محدد Indefinite substance. ديكارت اعتبر المادة كحقيقة مضادة للروح، فالوجود ذو مبدأ مثنوي، يتكون من حقيقتين متعارضتين ومتكاملتين في آن، هما المادة والروح. الجديد في فلسفة ديكارت يكمن في فصل الروح عن الصفة النباتية الموجودة عند أرسطو.

فترة ما بعد ديكارت شهد فيها العلم تقدما سريعا، حيث أصبحت طريقة البحث العلمي على اتصال وثيق بالتجربة مبتعدة عن المجردات والمثاليات، وفي خضم هذا التقدم تغير فهم الإنسان للذرة واكتسب معارف جديدة غفل عنها في الماضي، تغير أشار إليه هايزنبرغ :

« المبادئ الجديدة للطريقة العلمية التجريبية والميكانيكية تقصي تماما إمكانية أو احتمالية انبثاق الظواهر المادية من خلفية ما ورائية ميتافيزيقية. المادة هي حقيقة قائمة بذاتها، مستقلة عن الروح وعن الخوارقيات ».[77]

إن هذا التغير سيكون ضروريا وسيفتح الطريق أمام الفيزيائيين لاكتشاف جوانب غير معلومة داخل الذرة. العلوم التجريبية جردت المادة من طبيعتها الجوهرانية الميتافيزيقية بصفة مطلقة، فلقد أصبحت تحت ضوء التجربة موضوعا قابلا للفحص والدراسة. الفيزياء الحديثة مثلت ذروة التطور العلمي خصوصا بعد تداخل الفيزياء بالكيمياء، والفرعين أصبحا يتقاسمان نتائج بحوثهما. حسب هايزنبرغ الثورة العلمية سببها الرئيسي يكمن في تغيير طبيعة التجربة في حد ذاتها وليس في توظيف الطريقة التجريبية :

« منذ حقبة غاليلا، الطريقة الأساسية التي تأسس عليها العلم هي التجربة، ما سمح بالانتقال من التجربة العامة إلى التجربة الخاصة، ستمكننا من دراسة قوانين الطبيعة بأسلوب مباشر.»[78]

التجربة ستكون عاملا حاسما للفيزيائيين من أجل سبر أغوار بنية المادة، وهنا يتجلى دور الفيزياء الحديثة المتمثل في إقامة علاقة لحمية بين الانسان والطبيعة إذا أراد دراسة الذرة بموضوعية

[77] P 193.
[78] P 194.

تامة. إن جعل التجربة أكثر دقة وخصوصية يعتبر وحده خطوة هائلة، لأن ذلك ساهم في توحيد الفيزياء والكيمياء. هذا التوحيد بين الحقلين أدى إلى بروز مجموعة من المفاهيم Band of concept غيرت رأسا على عقب المقاربة الكلاسيكية للمادة :

« خلال الأيام الأولى التي تطورت خلالها العلوم التجريبية، لعبت الكيمياء دورا مهما في وصف الذرة وإماطة اللثام عن أسرارها الخفية. ظهور مفاهيم كالغليان والاحتراق والتحلل وتوظيفها أثناء دراستنا للمادة يعتبر كمرحلة أولية للتعرف على بنيتها الحقيقية.[79]»

إن التجربة ستفسح المجال للفيزيائيين بمعية الكيميائيين للخوص في الجوانب المخفية للمادة، وفي سياق ذلك نشأ فرع جديد في الفيزياء يسمى فيزياء الجزيئات Particule physics. حسب فيزياء الجزيئات تحتوي الذرة على مجموعة كبيرة من الأجزاء Substance. هذه الأجزاء تحتوي هي أيضا على مجموعة نسبيا صغيرة تسمى العناصر Element. الفيزيائيون والكيميائيون نجحوا خلال الربع الأول من القرن العشرين في إقامة نظام تراتبي بين الظواهر الكيمائية، والخطوة الموالية التي ساعدتهم في توضيح جانب كبير من المادة هو اكتشاف قانون حفظ الكتلة Law of conservation of mass . هذا القانون أثر على مسار تطور الكيمياء :

« عندما يتحول عنصر الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون، كتلة أكسيد الكربون تساوي مجموع كتلة الكربون والأكسجين قبل عملية الاحتراق» .[80]

إن هذا القانون غير من فهمنا للمادة وبنيتها، نظرا وأن الفيزيائيين أصبحوا يختزلونها كميا. كما وقع عزل عناصر كيميائية جديدة، انطلاقا منها أدرك الفيزيائيون أنه توجد أصناف متعددة من المادة، مما يعني أنهم لا يزالون بعيدين عن البنية الحقيقية للمادة، وبالتالي يجب بذل مجهودات إضافية في مجال فيزياء الجزيئات. تعتبر ظاهرة النشاط الإشعاعي التي اكتشفها لأول مرة الفيزيائي الفرنسي هنري باكريل كدليل علمي واضح يكشف ثراء المادة وطبيعتها المعقدة :

[79] P 195.
[80] P 196

« ظاهرة النشاط الاشعاعي اكتشفها الفيزيائي هنري باكريل سنة 1896. البحوث المتتالية للفيزيائية ماري كوري و روذيرفورد كشفت تحول العناصر أثناء النشاط الإشعاعي.[81] »

ظاهرة النشاط الإشعاعي مثلت خطوة حاسمة من اجل حل لغز المادة، حيث كشفت الظاهرة أن نواة الذرة تتضمن طاقة اشعاعية، مع مرور الزمن قد يطرا عليها تغيير ينتج عنه انبثاق اشعاعات، وهو اشعاع ألفا، باتا، وغاما. النتائج التي حصل عليها الفيزيائيون خلصت إلى تواجد طاقة كبيرة مخفية في أعماق الذرة وبالتحديد داخل النواة The core وبناء عليه سيتم وضع نموذج جديد للذرة، هايزنبرغ أكد أن اكتشاف روذيرفورد خطوة ثورية لأنه وضع تباشير النموذج الذري المستقبلي :

« تجارب روذيرفورد حول انحراف أشعة ألفا، أسست للنموذج الذري منذ سنة 1911.[82]»

إن تجربة روذيرفورد تعتبر من بين التجارب الأكثر شهرة في تاريخ الفيزياء، حيث سلطت الضوء على عنصر جديد داخل الذرة ألا وهو النواة. كان لهذا الاكتشاف تداعيات على مقاربة ديمقريطس الفلسفية مفادها أن الذرة هي أصغر جسم في الكون ولا يوجد ما هو أصغر منها. النواة أصغر بكثير من الذرة ويحمل تقريبا معظم أسرار المادة. مما لا شك فيه عنصر النواة وضع ملامح بنية غير معهودة للذرة :

« الخاصية الأكثر تداولا داخل هذا النموذج تتمثل في الفصل بين الذرة إلى جزأين متميزين، النواة والطبقات الالكترونية اتى تحيط بها، النواة تشغل حيزا ضئيلا جدا من الذرة».[83]

هايزبرغ لا حظ أن النواة هي القلب النابض للمادة وجوهرها الأساسي، حيث يحتوي على الطاقة السلبية والإيجابية، كما أن الفصل بين النواة والطبقات الإلكترونية جعل من العناصر الكيميائي مكون أولى للمادة بصفة عامة. البحوث الكيميائية كشفت تواجد روابط قوية بين النواة والإلكترون من جهة،

[81] P 197.
[82] Ibid.
[83] Ibid.

والطاقة السلبية والإيجابية من جهة ثانية، نتيجة التفاعل الدائم بين طبقات الذرة الإلكترونية. نشاط الذرة الكيميائي يبقى محكوما بالحالة التي تكون عليها النواة :

«يجب تغيير النواة إذا أردنا تغيير خصائص المادة».[84]

تغيير الخصائص الكيميائية للمادة لم تكن مطروحة قبل الفيزياء الحديثة، إلا أن القفزة التكنولوجية الهائلة جعلت من هذه الفكرة قابلة للتحقق. إن قوانين البنية الجديدة للذرة تتعارض مع القوانين الكلاسيكية، مما دفع بالفيزيائيين للتخلي عن مفاهيم اللغة الكلاسيكية، وقد أشرنا إلى ذلك في الفصل السابق. تطور اللغة يبدو غير كافي من أجل فهم ألغاز المادة إذا لم يكن هذا التطور مرفوقا بتطور في وسائل البحث العلمية، لأن الذرة كما ذكرنا تحتوي على عناصر كثيرة مختلفة فيما بينها. الكيمياء سيكون لها دور حيوي حسب هايزنبرغ لرفع الغموض عن المادة :

« انطلاقا من هذا القاعدة نستطيع دراسة المادة اعتمادا على طريقتين متمايزتين، إما دراسة التفاعلات بين الذرات إضافة إلى الروابط بين أجسام أكبر حجما كالهباءة، أو دراسة النواة ومكوناتها».[85]

فيزياء الكم كان لها دور مهم في كشف جوانب الذرة، حيث اكتشف الفيزيائيون وجود تفاعل بين النواة والكهرب، سحب او دفع، الكهارب الأكثر قربا للنواة تميل نحوها أما الأكثر بعدا فتميل للانتقال إلى ذرة أخرى إذا كانت قريبة من الأولى. هذا التبادل بين الكهارب أدى إلى ولادة ما يسمى بالهباءة Molecule . عدد كبير من الذرات يمكن أن يتداخل فيما بينه من خلال تبادل دائم للكهارب، ظاهرة معقدة يستحيل فهمها أو وصفها بالاعتماد على قوانين نيوتن، وعليه يجب الاعتماد على القوانين الكمية. هناك صنفين من الروابط بين الذرات، الأول يسمى الرابط الايوني Ionic relation :

« الذرة تنتقل على ذرة أخرى لملأ الفراغ وهما بالتالي سيكونان مرتبطين حسب طاقة الكترونية يميها الفيزيائيون الأيون».[86]

[84] P 199.
[85] Ibid.

الرابط الثاني يكشف أن نفس الكهرب يدور حول نواتين، الكيميائيون يسمون هذا الرابط برابط فالونس .The link of valence من خلالهما تعرف الفيزيائيون والكيميائيون على مجموعة جديدة شديدة التنوع من الذرات، إن هذا التنوع افرز بنى معقدة للمادة. يرى هايزنبرغ أن دراسة الرابط الثاني أكثر أهمية من الأول لأنه سيمكن الفيزيائيين من الولوج داخل نواة الذرة والتعرف أخيرا على خصائصها، وهاهنا ستثبت فيزياء الكم نجاعتها. رابط فالونس دفع الفيزيائيين للغوص في ميكانيزم الذرة، ليس النواة فحسب ولكن أيضا الجزيئات الدقيقة جدا. اكتشاف روذيرفورد للنواة جعل من الفيزيائيين يعتمدون على أشعة ألفا التي تبثق بتحول النواة، واختراع مسرع الجزيئات Particule accelarator في ثلاثينات القرن الماضي خطوة ثانية من أجل تسليط الضوء على النواة وفهم قوانينها المعقدة التي تشذ عن مفاهيم اللغة الكلاسيكية. سنة 1928 اقترح الفيزيائي البريطاني جون كوكروف إمكانية مضاعفة سرعة البروتونات داخل حقل كهربائي، ويمكن تبعا لذلك تفجير نواة الذرات. سنة 1932، نجح كوكروف من القيام بتحولات نووية بالاستعانة بالأشعة المنبعثة من البروتونات، ويمكن القول ها هنا أن قسما كبيرا من الذرة أميط عنه اللثام ولكن بقيت بعض الجوانب غامضة ستتضح مع مرور السنوات. إن هذا الاكتشاف أدى إلى تطور مجال الفيزياء النووية خلال الثلاثينات والأربعينات، ومن ثم فإن هذا الفرع سيقدم لنا صورة كمية عن الذرة. [87]

[86] Ibid.
[87] P 204.

الفصل السادس

نموذج جديد للبنية الذرية

يمكن القول أن الفيزياء النووية ساعدت الفيزيائيين بشكل كبير في تحقيق خطوات هائلة من أجل نواة الذرة. إنه يتركب من عنصرين رئيسيين، البروتون Proton يحمل طاقة إيجابية، والنوترون Neutron يحمل طاقة سلبية. عدد البروتونات مستقر ولكن عدد النوترونات متغير أي غير ثابت، كما يمكن أن نجد نواة ذرة تحتوي على عدد نوترونات مرتفعة لتشكل ما يسمى الإسوتروب Isotrope :

« نواة ذرة الكاربون تحتوي على ستة نوترونات، توجد نواة كربون أخرى أقل انتشارا قد تحتوي على سبعة نوترونات وستة بروتونات».[88]

لقد وضعت الفيزياء النووية الفيزيائيين على درب التعرف على البنية الحقيقية لنواة الذرة، وذلك كان غير ممكن قبل ظهور فيزياء الكم. الذرة تتركب من ثلاثة عناصر أساسية، البروتون والنوترون والكهرب، ولقد تساءل هايزنبرغ عن طبيعة هذه العناصر الثلاث، هل هي غير قابلة للتجزئة مما يعني أنها جوهر متماسك يمثل أصغر جزء في الكون ؟ هل هي العناصر الأولية للوجود وتمثل ذرات ديمقريطس ؟ في الواقع لم يحسم الفيزيائيون هذا السؤال الفلسفي إلا بعد اختراع مسرع جزيئات سمي سيكلوترون Cyclotron ظهر سنة 1930 في ولاية كاليفورنيا الأمريكية. سمح هذا المسرع باكتشاف خصائص جديدة للذرة بالتوغل في العالم ما تحت المجهري للمادة Sub-atomic. مسرع السيكلوترون كشف عالم ما بعد النواة، عالم شديد الغرابة يشذ حتما عن المنطق الكلاسيكي، وفي الخمسينات من القرن المنصرم تم اختراع مسرع الكوسموترون Cosmotron في مدينة نيويورك. ساهم هذا المسرع في اكتشاف أصناف جديدة من المادة لم تكن معلومة، وبدى أن العالم ما تحت مجهري لا يزال بعيدا عن

[88] Physique et philosophie, p 204.

سبر كل أغواره. صنف جديد من المادة أطلق عليها الفيزيائيون اسم الهادرون Hadron . صنف أثبت أن الفكرة الفلسفية القديمة حول عدم إمكانية تجزئة الذرة فكرة غير دقيقة وخاطئة. الهادرونات أثبتت غزارة الجزيئات وقدرتها على التفتت إلى جزيئات جديدة :

« التجارب التي تم القيام بها عبر مسرع الجزيئات سلطت الضوء على خصائص لم تكن معروفة عن المادة. إضافة للعناصر الثلاث البروتون والنوترون والإلكترون، توجد جزيئات أخرى تنبثق من خلال صدور طاقة قصوى بعد وقت قصير جدا ».[89]

هذه النتائج أثبتت أن العناصر الثلاث مستقرة ولكن ليس بقية الجزيئات، وعليه فإن المادة بخصائصها وجزيئاتها فقدت سمتها الجوهرية وثبت أنها متحولة mutability of the material . وعلى غرار هذا الاكتشاف فإن الفيزياء الحديثة غيرت المقاربة الفلسفية القديمة كون الذرة غير قابلة للتجزئة، وهذا أحدث ثورة ابستيمولوجية كبيرة :

« الأطروحة الفلسفية القديمة تعتبر أن المادة جوهر غير قابل للتجزئة، ولكن الفيزياء الحديثة كشفت أن العناصر الأولية مثل البوسيترون والإلكترون يمكن لهما الاختفاء ثم قد يتحولان فجأة. لقد بينت التجربة إذن خطأ المقاربات الفلسفية القديمة».[90]

تمكن الفيزيائيون منذ أوائل النصف الثاني من القرن العشرين من وضع نموذج جديدة للذرة وذلك ما كان قابلا للتحقق لولا الفيزياء النووية، فاكتشاف الهادرونات رفع الستار عن الميكانيزم المعقد للمادة، حيث اعتقد الفيزيائيون أن التكنولوجيا الحديثة، اختراع مسرع الجزيئات، قد يقدم صورة واضحة وبسيطة عن المادة وعن العالم الما تحت مجهري، ولكن الهادرونات قوضت هذا الأمل، فكلما نخوص

[89] P 209.
[90] P 148.

في ما هو مجهري كلما نصطدم بالمعقد. أشار هايزنبرغ في كتابه إلى درجة تعقيد المادة التي دفعت الفيزيائيين للاستعمال رموز ومعادلات رياضية مجردة عسيرة على الاستيعاب والفهم. [91]

[91] P 211-213.

الباب الثالث

الفيزياء الحديثة وتداعياتها الأخلاقية والدينية

كل ما هو غير محضور فهو ضروري

موراي غيل مان

Muraille Gill-man

الفصل السابع

تزعزع القيم الأخلاقية

خلال الفصلين السابقين حللنا تداعيات الفيزياء الحديثة الابستيمولوجية والعلمية. ابستيمولوجيا فإن كل ما يتعلق بالمفاهيم الما قبلية والأفكار المثالية إضافة إلى اللغة والمنطق الكلاسيكيين تجاوزتهم الأحداث. علميا رأينا كل ما يتعلق بالاختراعات الحديثة والقفزة التكنولوجية الرهيبة التي سمحت للفيزيائيين باكتشاف الميكانيزم الداخلي للذرة والغوص في أعماقها، مما أدى إلى ظهور نماذج جديدة أثبتت تجريبيا خطأ فلسفة ديمقريطس. الباب الثالث سنخصصه للتداعيات الأخلاقية والدينية التي تسببت فيها الفيزياء الحديثة، تداعيات ستكون أشد خطورة وجرأة مما رأيناه آنفا.

في الجزء الأخير من كتاب " الفيزياء والفلسفة" ، وضح هايزنبرغ التداعيات الأخلاقية والدينية، فهي تمثل ذروة التأثيرات على المجتمع والفكر، لأن الأخلاق والدين لطالما عدهما الإنسان كضرب من الثوابت والحقائق العامة، ويرى هايزنبرغ في هذا السياق وظيفة مهمة للفلسفة عليها أن تتكفل بها على أحسن وجه. لقد وضعت الفيزياء الحديثة على محك النظر جملة من المبادئ والقواعد الضاربة في القدم، عادات ومعتقدات موروثة منذ ألوف السنين، انقلاب عظيم لم يشمل العالم الغربي فحسب بل العالم الشرقي أيضا، ذلك وأن ميكانيك الكم والنسبية وجدتا ملاذا في الجامعات ومراكز البحث في كل من اليابان الصين وروسيا، وبالتالي فإن تداعياتها لم تنحصر على العلم ونظرية المعرفة، إنما على الاقتصاد والصناعة والمجتمع :

« إن تطوير الوسائل واختراع آلات جديدة وفرا أرضية امبيرقية دقيقة حول الطبيعة. هذا التطور ساهم في إتمام ترييض القوانين الطبيعية (جعلها خاضعة للمعادلات الرياضية)، فمثلا اختراع

المنظار ساعد علماء الكواكب في قياس حركة النجوم والمساهمة في تطوير علم الكواكب الميكانيكي »[92].

لقد أعادت الفيزياء الحديثة للأذهان مقولة ديكارت «إن الإنسان سيد الطبيعة ». نلاحظ أن ما حققته طيلة القرن العشرين من تقدم وتحكم في مجال المادة يثبت وبلا أدنى شك أن الإنسان اكتسب قدرة كبيرة في السيطرة على الظواهر الطبيعية. بفضل التقنيات والتكنولوجيا الحديثة توصل الإنسان للتعرف على الجوانب الغامضة والعجيبة الكامنة في الطبيعة. إن ثورة فيزياء الكم تجاوزت نطاق ما كانت ترجوه المجموعة العلمية، فالإنسان نجح في تطوير قوى الطبيعة من خلال معادلات رياضية دقيقة ومبسطة :

« النجاح الباهر الذي حققه هذا التراكم من العلوم والتقنيات أدى إلى صعود المجتمعات والدول إلى أعلى المراتب أين يحظى فيه هذا النشاط الإنساني بنسبة كبيرة من الابداع. يبدو واضحا ومن دون شكوك أن الحضارة الحالية غيرت قواعد العيش فوق كوكب الأرض ».[93]

لم ينكر هايزنبرغ مزايا الفيزياء الحديثة إلا أنه لم يتردد في كشف الجانب السلبي الخطير والقاتل المتمثل في أسلحة الدمار الشامل، السلاح النووي. إن اختراع مثل هذه الأسلحة أحدث رجة هائلة للقيم الأخلاقية، إنها مرحلة حاسمة قد تغير بطريقة كلية ظروف الحياة الإنسانية. وفي هذا الصدد يشير هايزنبرغ إلى عدم إمكانية الإحاطة بالتغيرات التي طرأت على القيم الأخلاقية إذا لم نتعرف على التغيرات التي شملت الأنظمة السياسية، فالأخلاق والسياسة متداخلين:

« إن تصنيع الأسلحة الحديثة وخاصة النووية غير بشكل جدري سياسات الدول في العالم،، وذلك أمر بدهي».[94]

الترابط بين مهمة تصنيع الأسلحة والسياسة أدى مباشرة إلى اهتزاز المسلمات والقيم الأخلاقية، لأن إمكانية اندلاع حرب على المستوى العالم تحول إلى كابوس بل أمرا مستحيلا، نظرا وأنه لن يكون

[92] Physique et philosophie, p 251.
[93] P 252.
[94] P 254.

هناك منتصر في هذه الحرب، وبالتالي فإن الدول التي تمتلك السلاح النووي ستبتز الدول الضعيفة عسكريا من أجل الحفاظ على نوع من التوازن الاستراتيجي. رفض هايزنبرغ هذه المقاربة الجيوسياسية، فالداعمون للتكنولوجيا النووية يركزون فقط على اظهار مزايا هذه التكنولوجيا واخفاء سلبياتها:

« من المؤسف حقا أن هذه النظرة الساذجة تدعي أنها متفائلة، غير أنه يبقى تفاؤلا جد زائف، فالخوف من حرب نووية شاملة قد يتسبب في سلسلة من الحروب تدور في نطاق محدود.»

الوضعية الجيوسياسية الجديدة رسخت حالة من عدم التوازن بين معسكرين، الأول يمتلك للسلاح النووي أما الثاني فلا يمتلك سوى الأسلحة التقليدية، لعل هذه المعادلة قد تبعد شبح الحرب الشاملة والعالمية، ولكنها أفضت إلى تدهور حاد أصاب القيم الأخلاقية:

« هذه الوضعية ستدفع الدول الضعيفة لحيازة السلاح النووي خوفا من تعرضهم إلى غزو خارجي أو ابتزاز، معادلة من أجل فرض توازن الرعب.» [95]

إن السلاح النووي خفض بشكل كبير من مخاطر اندلاع حرب شاملة، لأنه لن يكون هنالك منتصر حقيقي فالكل خاسر في الحرب النووية، ولكن في المقابل السلم الحقيقي لن يوجد، إنه كما قلنا توازن الرعب، سلم مشوب بالخوف من الآخر الذي قد يشن حربا في أية لحظة. وضعية جيوسياسية سيكون لها تبعات قاتمة، أهمها أن حيازة السلاح النووي مسموح به لدولة أو مجموعة من الدول ومحظور على دولة أو دول أخرى، بعض الدول ستحاول اثبات أنها صاحبة الحق المطلق، وهي المالكة للحقيقة. إن هذا الوضعية أدت إلى سباق محموم من أجل التسلح، حيث شهدت الإنسانية أفظع حربيين في التاريخ، الحرب العالمية الأولى والثانية. معظم دول العالم أصبحت تبحث عن حيازة السلاح النووي بتعلة الدفاع عن النفس، إنها لحالة تهدد القيم الأخلاقية، فالسلاح النووي لن يفرض سلما حقيقيا بل سلما مزيفا. وضع حد لهذه الوضعية لن يتحقق إلا إذا قرر الساسة من التخلي عن بعض حقوقهم:

[95] P 255.

« ليس من قبيل التفاؤل المبالغ فيه لو قلنا أنه يمكننا تجنب حرب شاملة إذا قرر الساسة التخلي عن بعض حقوقهم ».[96]

الجدير بالملاحظة، فإن الفيزياء النووية أدت إلى تداخل السياسة بالمجال العلمي، والتأثير على سلوك العلماء. انطلاقا من هذه الجزئية ينبغي للعالم اتخاذ قرار شجاع بتغير سلوكه الأخلاقي الكلاسيكي، المتمثل في أن دور العالم لا يتجاوز مجال المخبر الذي يشتغل فيه، كما يجب عليه الابتعاد عن الجدل السياسي بين الأمم، وها هنا يطرح هايزنبرغ معضلة :

« إن تأثير السياسة على العلم أصبح أكثر جلاء وعمقا مما كان عليه قبيل الحرب العالمية الثانية، وعليه فقد فرض على العَالِم بصفة عامة والفيزيائي بصفة خاصة مهمة مزدوجة، إما يقوم بتشريك الحكومة في نشاطه العلمي ويخبرها بمدى تأثير القرارات السياسية على المجتمع وسيرورة العلم في آن، وذلك سيتجاوز حتما حدود المخبر الذي يعمل فيه والجامعة التي يدرس فيها، وإما ينكفئ على نفسه ويقيم حاجزا بين الحكومة ونشاطه، وذلك سيجعله بالضرورة مسؤولا في لحظة ما على اتخاذ قرارات منحرفة وسلوك سياسات مغلوطة».[97]

يجب على العَالِم تحمل المسؤولية حسب هايزنبرغ، لقد أصبح لديه عبئا فوق ظهره، من جهة يؤدي وظيفته العلمية على أكمل وجه، ومن جهة ثانية عليه تقدير نتائج بحوثه ويحترز منها خاصة في المجال النووي. يجب اعلام حكومة وساسة بلده بأن التطور العلمي قد ينحرف عن هدفه النبيل ليؤدي إلى إمكانية اندلاع حرب نووية شاملة تبيد الإنسانية والعالم بأسره. وبناء على هذا القول، فإن السلوك الأخلاقي للعالم لن يتغير إذا لن تكون له الرغبة في المشاركة في عقد تفاهمات ومعاهدات بين الدول. سلوك يعكس النية الحسنة ويرسخ شروط سلم حقيقية لا مزيفة، سلم غير مقيد بشروط، أما السلم المقيد بشروط فسيكون وهما في نظر هايزنبرغ، فالسلم المشروط قد يكون مقبولا لدى مجموعة ومرفوضا لدى أخرى:

[96] Ibid.
[97] P 256.

« كل من يتحدث عن إمكانية تحقيق السلام، يجب أن يناقش سلما يرضي جميع الأطراف، لا يغلب مصلحة طرف على الآخر، مثل هذا السلم سيكون بلا أدنى قيمة تذكر».[98]

توجد حلولا أخرى يمكن الاعتماد عليها لتحقيق سلم عادلة، تتمثل بالأساس في العالم الجماعي، العمل الجماعي ربما سيكون أكثر فعالية، إنه لمن الضروري بالنسبة للحكومات التعاون من أجل توفير ظروف مناسبة تعزز التعاون الثنائي والجماعي على المنظور البعيد:

« كثير من العلماء الشبان يمكن أن يجتمعوا تحت سقف واحد، في مخبر التجارب العلمية أين نشد نشاط مكثف للفيزياء النووية، بهدف العمل الجماعي حول مشكلات علمية حساسة، وهذا قد يبني تفاهما متبادلا بين الجانبين.» [99]

خير هايزنبرغ العمل الجماعي، لأنه في حالة عدم نجاح العالم من اقناع حكومة دولته بمخاطر التكنولوجيا النووية، فما عليه سوى اتخاذ المسلك الثاني ألا وهو الحوار والتفاوض بين العلماء. للتفاوض قيمة استراتيجية فعالة تحافظ على الشروط الملائمة للعمل الجماعي، كما تؤسس لعلاقات ديبلوماسية متينة. إن العمل الجماعي جد ضروري إذا قررت الحكومة بناء مخابر مشتركة بهدف توحيد الجهود والآراء في المجال النووي. الحوار في نظر هايزنبرغ يمثل الحل الأمثل للحفاظ على القيم الأخلاقية وحمايتها من الانهيار والتفكك، إضافة تهيئة الظروف للأجيال القادمة :

« مما لاشك فيه فإن التفاعل بين العلماء الشبان من بلدان مختلفة، سيوفر التوازن بين القوى التقليدية وسيساهم في الحد من المخاطر وتهدئة الأوضاع على المستوى العالمي». [100]

إن هذا السلوك الأخلاقي الذي دافع عنه هايزنبرغ لا يقتصر على المجال النووي فحسب إنما أيضا تشمل جميع المجالات والاختصاصات العلمية، حيث ينبغي على العالم اثبات نيته الحسنة. وتبعا لذلك فإن التعويل فقط على معارفنا الخاصة من دون تشريك الآخرين سيجعل من نتائج البحث العلمي

[98] P 257.
[99] Ibid.
[100] P 258.

غير مكتملة وقاصرة، فالفيزياء الحديثة أثبتت أن العمل الفردي غير مقبول، فالحقيقة العلمية تتطلب تظافر جميع الجهود حتى نقترب منها، سلوك أخلاقي وفلسفي في آن يقوم على الانفتاح على الآخر الذي لديه ثقافة مغايرة، فالفيزيائي يجب ان يكون أيضا فيلسوفا، وضعية فرضتها الفيزياء الحديثة خلال القرن العشرين. إن الفلسفة ضرورية لإنقاذ الانحدار الأخلاقي العظيم الذي شهده العالم بعد الحربين العالميتين.

بالرغم من أن هايزنبرغ رجل التجربة بامتياز، إلا أنه سقط في المثاليات وابتعد عن الواقع في سياق الأخلاق، لأنه ببساطة يستحيل تجنب الحرب أو القضاء على العداوة بين الشعوب والأمم، فالصدام حقيقة لا يمكن عزلها عن ميكانيزم التاريخ الإنساني، ثم إن الحرب هي وسيلة من اجل تحقيق الحوار و التفاوض.

الفصل الثامن

تزعزع القيم الدينية

لئن كان من الممكن تجنب ولو نسبيا الانحدار الأخلاقي العظيم مع أن الحلول تبقى ضربا من الطوباويات، إلا أن الصدمة التي سيتلقاها الدين قد تكون من الصعب لو لم نقل من المستحيل تفاديها أو الحد من تأثيرها. إن تاريخ الفلسفة في الغرب يتميز بصراعه المرير بين الدين والعلم، الكنيسة وأصحاب الفكر الحر. لقد أشار هايزنبرغ للتجاذبات بين رجال الدين والفلاسفة، فكل محاولة جريئة لتقديم خطاب يقوم على براهين وحجج علمية ومنطقية يتم مهاجمتها ووأدها، وقد استمر هذا الصدام إلى القرن التاسع عشر :

« نلاحظ تواجد تناقضات داخل الخطاب الديني نفسه، وقد أصبحت ظاهرة للعيان منذ القرن السادس عشر، وهو ما تسبب في الشعور بعدم الارتياح لدى العلماء للمشاكل التي لا يمكن حلها بالعقل، والتي أدت إلى صراعات سياسية، وبالتالي أصبحت الأنظار موجهة أكثر للقضايا التي تقع خارج المجال الديني.[101]»

إن التصادم بين الخطاب الديني والعلم ليس بحديث العهد، لقد واجه غاليلا ونيوتن وديكارت وآخرون تحديات كبيرة، ففيزياء غاليلا ونيوتن تسمح لنا بالتحدث عن أدنى تفاصيل حركة الكواكب وسيرورة العالم من دون الإحالة إلى قوة ميتافيزيقية متعالية عن المادة، مما يعني أن المشاكل الدينية هي أشباه مشاكل لأنه يستحيل الحسم فيها، فهي تتجاوز الشروط التجريبية للعلم. أثناء فترة هيمنة الفيزياء الكلاسيكية على مختلف فروع علم الفيزياء، يوجد مصدرين للوحي، الكتاب المقدس والطبيعة، صعود التيار الفلسفي التجريبي، الوثوق بالمادة والتجربة عوضا عن الماورائيات والمثاليات جعل من الوحي العلمي عرضة للشكوك :

[101] Physique et philosophie, p 260.

« إننا نتحدث عن مصدرين للوحي الإلهي، الأول مكتوب في الكاب المقدس، والثاني مكتوب في الطبيعة. الكتب المقدسة خطها بشر وبالتالي ستكون عرضة للأخطاء، في حين الطبيعة تعكس إرادة الله بطريقة مباشرة وبلا وسائط ».[102]

لقد تبددت ثقة معظم العلماء بالكتاب المقدس، حيث أصبح من المستحيل الأخذ بعين الاعتبار بحقيقة علمية غير خاضعة للتجربة والملاحظة، فلا يمكن إهمال الطبيعة التي هي مصدر وثيق للحقيقة:

« مفهوم الحقيقة تطور إلى ما يمكن أن نسميه إلى الحقيقة الحسية، ما نراه وما نلمسه أصبح يحتل الأولوية» .[103]

منذ أواخر القرن التاسع عشر وبدايات القرن العشرين، أصبح الخطاب العلمي له سلطة قوية تزاحم سلطة الخطاب الديني التي بدأت تفقد تأثيرها على الأذهان. إنسان القرن العشرين وخاصة في أوروبا الغربية، تحول إلى انسان تجريبي صرف ذو نزعة وضعية امبيريقية خالصة، كما أن التيار المادي أصبح أكثر انتشارا ومقبولية. إن العلم التجريبي رد الاعتبار للمادة، في حين أن المقاربة الدينية التي تقتضي بازدراء المادة لأنها تجرد الإنسان عن انسانيته لم تعد مقبولة تحت ضوء الفيزياء الحديثة. لا حظ هايزنبرغ أن انسان القرن العشرين لديه ثقة كبيرة تجاه الخطاب العلمي، فالعلم أثبت نجاعته في التحكم في الطبيعة وتسخير قواها، مما نتج عنه ثورة ابستيمولوجية اصابت فكر الإنسان وسلوكه، من انسان مثالي إلى انسان براغماتي :

« تعاطي الإنسان مع الطبيعة انتقل به من منزلة الحس التأملي إلى منزلة الحس البراغماتي. »[104]

إن تأثير التيار المادي على أذهان معظم العلماء أدى إلى تثوير بعض الأفكار التقليدية القديمة مثل ظهور الحياء فوق الأرض :

[102] P 261.
[103] P 263.
[104] Ibid.

« الحياة يجب تفسيرها كنسق فيزيائي وكيميائي مسيرة بقوانين الطبيعة وأهمها قانون السببية. إن نظرية التطور الداروينية تعاضد المقاربة المادية لفكرة ظهور الحياة فوق الأرض[105]» .

خلاصة القول، يرى هايزنبرغ أن الفيزياء الحديثة ساعدت الخطاب العلمي في تحقيق انتصار نهائي لا رجعة فيه ضد الخطاب الديني:

« الثقة في المنهج العلمي الحديث والمنطق العقلاني أزاح كل ما تعلق في روح الإنسان».[106]

إن تراجع تأثير الخطاب الديني له علاقة مباشرة بالتداعيات الابستيمولوجية للفيزياء الحديثة، حيث رأينا كيف انهارت المثالية الفلسفية تحت ضوء الاكتشافات العلمية الحديثة، فالمثالية لطالما كانت مرتبطة بالخطاب الديني منذ ألوف السنين، ولكن اتضح أن المثالية هي في الحقيقة التي تبعدنا عن الواقع وليس المادة، علاوة على ذلك، فإن بعض المفاهيم اللاهوتية أصبحت بلا معنى لأنها تفضي إلى تناقضات عقلانية صارخة. ثقة الإنسان بالعلم ستكون له تداعيات أخلاقية عميقة وخطيرة، تتمثل في عودة نشاط التيار الشكوكي وأصحاب الفكر الحر الذين يرفضون المفاهيم اللاهوتية المتعالية :

« الفيزياء الحديثة ساهمت في تدعيم الشكوكية، لقد وظفتها للإعلاء من شأن المفاهيم العلمية، وتأسيس نظرة متفائلة للتطور بصفة عامة».[107]

يبدو واضحا أن الفيزياء الحديثة تم الاعتماد عليها في الغرب من أجل ضرب الفلسفة المثالية المتعالية والتضييق على الخطاب الديني، وهذا سيؤدي حتما إلى اهتزاز الجانب الروحي في الإنسان. ولكن في أقصى الشرق الآسيوي، في الصين واليابان والهند، ساهمت الفيزياء الحديثة في اثبات صحة الفلسفات الشرقية كالبوذية والطاوية والهندوسية، بعض الفيزيائيين كتبوا في هذا المجال ولا حظوا تواجد تقارب بين البوذية مثلا والفيزياء الحديثة، مثل الفيزيائي الأمريكي كابرا فريتجوف Capra Fritjof في كتابه طاوية الفيزياء. ولقد لا حظ هايزنبرغ هذا التقارب بين الفيزياء الحديثة والفلسفات الشرقية القديمة :

[105] P 254.
[106] P 255.
[107] P 271.

«في اليابان لعبت نظرية الكم في الكشف عن نقاط الائتلاف بينها وبين الأفكار الفلسفية الآسيوية[108]» .

[108] Ibid.

خاتمة

لعبت الفيزياء الكلاسيكية دورا كبيرا في تدعيم مقاربة ابستيمولوجية تتأسس على مفهوم الحتمية العلمية تفصل في آن بين الذات والموضوع. هذه الإبستيمولوجيا التي ترفع من شأن الأنا (الذات) رسخت فكرة الموضوعية بامتياز، إلا أن نظرية الكم أحدثت ثورة ضد هذه المقاربة. لا ننكر أن التجربة والملاحظة لهما مكانة هامة في الفيزياء الكلاسيكية، إلا أن نظرية الكم زعزعت ثقة الإنسان بهما، واقوى دليل على ذلك هو مبدا عدم اليقين لهايزنبرغ، إذا حددنا موقع الكهرب فإننا سنجهل بالضرورة سرعته والعكس صحيح. إن قانون هايزنبرغ "*عدم اليقين* " أدى إلى تشويه الموضوعية وضرب الحتمية العلمية، وذلك يعني أن العلم في حد ذاته عاجز عن تقديم تفسير نهائي للطبيعة أو التأسيس لحقيقة مطلقة عن الواقع، وعليه فإن الفيزياء الحديثة أثبتت مرة ثانية[109] قصور عقل الإنسان لبلوغ الحقيقة. قصور العقل الإنساني ومحدوديته ليس سلبيا إنما نقطة إيجابية تفرض علينا الانفتاح بالضرورة على الآخر وتجنب الادعاء أننا نمتلك الحقيقة، وبالتالي فإن الفيزياء الحديثة تكشف أن النظرية العلمية مهما كانت درجة صحتها فإنها تبقى ناقصة، تقريبية وغير نهائية، فالمنهج العلمي يجب عليه الإقرار بمحدوديته بصرف النظر عن درجة تقدمه وتطوره.

إن محدودية العلم المتمثلة في قصوره عن بلوغ الحقيقة النهائية وتقديم تفسير دقيق وواضح عن الطبيعة لا يهز من قيمة العلم أو يبث النزعة التشاؤمية في نفوس العلماء، بل العكس من ذلك، محدودية العلم ونسبية المعرفة تدفعنا للانفتاح على الآخر والاستفادة من بحوث ونتائج مختلف الاختصاصات العلمية، وبناء على ذلك فإن الفيزياء الحديثة تعلمنا أن كل نظرية علمية مهما كان مستوى وجاهتها ونجاعتها فإنها ليست نهائية أو شاملة. كما أن نظرية المعرفة لا يمكن أن تبلغ درجة المثالية والعالمية، فالمعرفة متصلة اتصالا وثيقا بالزمان والمكان. إن الفيزياء الحديثة غايتها ليست الكشف عن ماهية

[109] المرة الأولى كانت مع الفيلسوف الألماني كانط في كتابه نقد العقل الخالص.

الطبيعة، ولكن تفسير ما يمكن تفسيره مع الأخذ بعين الاعتبار بالحدود الإبستيمولجية، وهو ما أكده نيلز بور :

« من الخطأ الاعتقاد أن دور الفيزياء يتمثل في الكشف عن حقيقة الطبيعة، إنما دورها يقتصر على ما يمكن قوله عن الطبيعة. »

لقد زعزعت الفيزياء الحديثة وخاصة نظرية الكم الضروريات العقلية والمنطقية، وهو ما يفسر عدم تقبلها من طرف بعض الفيزيائيين ومن أبرزهم ألبرت أينشتاين، حيث بعث برسالة إلى الفيزيائي ماكس بورن جاء فيها ما يلي :

« صحيح أن ميكانيكا الكم فرضت قوانينها ولكن حدسي يخبرني أن الحقيقة ليست كما تصورها هذه النظرية، إنها لا تكشف أسرار الخالق.»

ردة فعل أينشتاين متوقعة بالنسبة لرجل يؤمن بالحتمية العلمية والابستيمولوجية، إنه يرغب في أن يرى الطبيعة كحقيقة واضحة ومفهومة، إنه يريد أن يكون القمر وراء ظهره حتى ولو أغمض عينيه وسد اذنيه. إن فلسفة أينشتاين الحتمية ذو النزعة الدغمائية جعلته يدخل في صراع فكري وعلمي مع أصحاب الفلسفة اللاحتمية ومن بينهم هايزنبرغ. إن هايزنبرغ يعتبر من أشهر الفيزيائيين المجددين للعلم، إنه يمثل بجلاء الحداثة في الفيزياء، وهو وجعله يتعرض لتهديد مستمر من الحزب النازي الذي فاز في الانتخابات في ألمانيا سنة 1933. إن الحزب النازي كان يتبنى فلسفة مثالية تؤمن بالظواهر الخفية، وتؤمن بالحقائق الثابتة الميتافيزيقية، وبالتالي اتهم هايزنبرغ بتشويه العلم الآري. مبدأ عدم اليقين أثبت خطأ المعرفة الحدسية مقابل حقيقة نسبية وغير يقينية. لقد فضل هايزنبرغ البقاء في ألمانيا وعدم الهجرة إلى الولايات المتحدة بالرغم من ان حياته كانت مهددة.

إن الصراع الفكري بين اينشتاين وهايزنبرغ يتمحور حول قضية الحتمية العلمية واللغوية خلال انعقاد مجمع كابنهاغن سنة 1927. سنة 1935، حرر أينشتاين مقالا برفقة الفيزيائيين بوريس بودولسكي

ونيثن روسن، أصبح مشهورا فيما بعد باسم EPR وهي الاحرف الأولى من اسم أينشتاين وبوريس وروسن. المقال يعكس رفض أينشتاين لنظرية الكم معتقدا اعتقادا راسخا أن النظرية منقوصة، رفض استمر إلى آخر أيام حياته، وذلك يكشف مدى عمق تداعيات الفيزياء الحديثة على الفكر والأخلاق والدين.

المراجع :

مؤلفات هايزنبرغ

❖ Les problèmes philosophiques de la science nucléaire, traduction, F.

C. Hayes, London, 1952. (1ère éd. 1935).

❖ La Nature dans la physique contemporaine, traduction de UgnéKarvelis, Gallimard, Paris, 1962.(1ère éd. 1953).

❖ Physique et philosophie, traduction de l'anglais par Jacqueline

Hadamard, Edition Albin Michel, Paris, 1971.(1ère éd. 1956).

❖ Language et réalité (Sprache und Wirlischheit in Der modern physik), in GesammeltWerk, Band II. (1èreéd, 1960).

❖ L'arrière plan philosophique de la physique moderne, in GesammeltWerke, Band II. (1ère éd, 1964).

❖ La partie et le tout, (Der teilund Der ganz), traduction de Paul Kessler, édition Albin Michel, 1972.(1ère éd, 1969).

❖ Le concept "Comprendre" dans la physique théorique, in GesammeltWerke, Band III.(1ère éd, 1969).

❖ Traversé la frontière (Schritte über Grenzen) traduction de Peter Heath, Woodbridge, 1990. (1ère éd, 1971).

❖ Tradition dans la science, traduction des textes allemands de Peter Heath, New York, 1983.(1ère éd, 1977).

❖ Gesammelt Werke, Les textes originaux de Heisenberg traduit à l'anglais, éditeurs Walter Blum, 3 Volume.98

مؤلفات أخرى

❖ Langage physique et philosophie, un regard sur la pensée de Werner Heisenberg, Mémoire présenté à la faculté des études supérieur de l'Université Laval pour l'obtention du grade de maîtres arts, Août 1999.

❖ Physique moderne, Edition Messidor/La Farandole, Collection « la science & les hommes, dirigé par Paul Brouzeng, Paris, 1991

❖ L'heure H a-t-elle sonné pour le monde ?, Bernard Grasset, Paris, 1955

❖ L'univers quantique des quarks aux étoiles, Nouveau horizons, l'édition originale a été publié aux États Unis sous le titre «The Cosmic Code», traduit de l'Américain par Jacques Corday, Paris, 1985 Inter Editions.

❖ Philosophie des sciences,Tome I, Gallimard, France, 2002, Collection Folio essais