خيال العلماء بين التعقُّل والتصوُّر

SCIENTISTS' IMAGINATION BETWEEN REASONING AND VISUALIZATION

An article on the philosophy of science

أ.د. / أحمد فؤاد باشا *

www.afbasha.com

The ability to engage oneself in constructive philosophical imagination and to use the scientist's imagination are among the most significant characteristics a scientific researcher should have, exactly like the painter when he visualizes something or someone out of the characteristics given to him. The history of sciences often emphasizes the importance of such characteristics that can lead to scientific discoveries of facts of phenomena prevalent in horizons and souls. Facts and ideas are *per se* inanimate; it is the imagination that gives them life. Faraday, with his known scientific sense and methodical imagination, used to say that he nearly could perceive the electromagnetic fields before Maxwell could put them into mathematical formulas. Cognitive characteristics or faculties as such are only possessed by the talented and they play an important role in achieving and developing scientific findings through refining the scientist's talent and sensing the laws of nature.

* نائب رئيس جامعة القاهرة الأسبق، وأستاذ الفيزياء وتاريخ العلوم.

الخيال المنهجيّ والتفكير العلميّ:

إن من أهم سمات الباحث العلمي الجيد أن يكون متمتِّعًا بقدر من الفضول الفكري، والمقدرة على التأمل الفلسفي البناء، واستخدام **خيال العالم** وإحساسه الحدسيّ في كشف الحقيقة العلمية دون تجاوز للواقع، وفي رسم الصورة العلمية كما يراها في ضوء الحقائق المتاحة، تمامًا مثلما يتخيل الرسام صورة لشيء أو لشخص من الأوصاف المعطاة له، وكثيرًا ما يدلنا تاريخ العلوم على أهمية هذه الصفات في العثور على كشوف علمية لحقائق الظاهرات المنبثة في الآفاق وفي الأنفس.

وكان «**فاراداي**»، بحاسته العلمية وخياله المنهجي، يقول إنه يكاد يرى مجالات القوى الكهرومغناطيسية، وذلك قبل أن يفرغها «**ماكسويل**» في قوالب رياضياتية. ومثل هذه السمات، أو الملكات الإدراكية، لا يتمتع بها إلا الموهوبون، وهي تؤدي دورًا مهمًّا في التوصل إلى الكشوف العلمية وتنميتها بصقل موهبة العالم واستشعاره لقوانين الطبيعة. وقد وصف أحد أصدقاء فاراداي لمعان بصيرته التي أشرنا إليها فقال: «**إنه وُهب ما لم يوهبه إلا علماء قلائل، حتى لكأنه كان يرى السلك يقطع خطوط القوى، ويستشعر التيار الكهربي ينبض في داخل السلك**». وما أبلغ تصوير أينشتين لخيال العالم الموهوب عندما قال: «الفيزياء محاولة للقبض على ناصية الحقيقة كما هي في الفكر، دون نظر إلى كونها موضوع مراقبة».

ويؤثر عن الفيزيائي الأيرلندي البارز «**جون تندول**» (1820–1893)،

الذي اشتهر بمؤلفاته العميقة في فلسفة العلوم، قوله: «**الخيال هو المهندس الذي يضع تصميم النظرية العلمية، مستعينًا بما تنقله التجارب والملاحظات الدقيقة**». وقال أيضًا عن أهمية الخيال في العلم:

«كان انتقال نيوتن من تفاحة ساقطة إلى قمر ساقط، عملًا من أعمال الخيال المتأهب. ومن بين الحقائق الكيميائية استطاع خيال «دالتون» البنّاء أن يشيّد النظرية الذرية. وقد كان الكيميائي والفيزيائي الإنجليزي «همفري دافي» يتمتع بموهبة تخيلية غزيرة. أما «فاراداي» فقد مارس هذه الموهبة على الدوام، حيث كانت هذه المخيلة سابقة ومصاحبة ومرشدة لجميع تجاربه، وتعزي قدرته وخصوبته كمكتشف، إلى حدٍّ كبير، إلى القوة الدافعة للخيال».

ولا تقتصر أهمية الخيال المنهجي على إرشاد العلماء إلى وقائع جديدة فحسب، بل إنه يحثهم أيضًا على بذل جهود جديدة، ذلك أنه يتيح لهم «رؤية» ما يمكن أن تتمخض عنه هذه الجهود من نتائج، فالوقائع والأفكار في حد ذاتها ميتة، والخيال هو الذي يهبها الحياة. ولكن الأحلام والتخيلات ليست سوى أوهام عقيمة ما لم يحولها «**العقل**» إلى أغراض نافعة، ويجب على العلماء أن يختزلوا تلك الأفكار المبهمة – التي يقتنصونها كلما طاف بهم الخيال – ويحولوها إلى قضايا وفروض علمية محددة.

وقد حلّل الفيلسوف الأمريكي «**جون ديوي**» (1859–1952) التفكير العلمي الواعي، ولفت الأنظار إلى بعض السمات العلمية للتفكير الإبداعي

المنتج، وحبّذ ما سمّاه بالتفكير التأملي المنظم reflective thinking، أو ما نسميه «**بالخيال المنهجي**»، الذي يعني تقليب موضوع ما في الذهن من جميع جوانبه بطريقة مرتبة منهجيًا، وهو بهذا يختلف عن ترك الأفكار تمرح في الذهن كما تشاء دون تحكم في توجيهها نحو قضية محددة.

وبالرغم من أن الخيال المنهجي هو أحد مصادر الإلهام في البحث عن المعرفة الجديدة، فإنه يمكن أن يفقد أهميته إذا لم يخضع لضوابط التقييم بالنقد والحكم، وهذا بالطبع لا يعني كبْت الخيال الخصيب أو الحد من تجلياته إذا ما اقتصر على تمكين الباحث العبقري من التجول في ظلمات المجهول، عساه يلمح هناك – في ضوء معلوماته الخافت – شيئًا قد يكون ذا قيمة. وكثيرًا ما يتضح لهذا الباحث العبقري، بمجرد الخروج بخياله من هذه الظلمات، وعرضه لفحص أدق، أنه لم يكن سوى سراب استرعى بريقه الخادع اهتمام الباحث وانتباهه.

ومهما كان مصدر الفروض التي يطرحها العلماء لتفسير ظاهرة ما، فقد ثبت أن غالبيتها يكون خاطئًا... وفي هذا يقول العالم الفيزيائي «**فاراداي**»:

«ما أقل ما يعرف الناس عن تلك الأفكار والرؤى والنظريات التي طافت بذهن الباحث العلمي وخياله، وسحقها في صمت وكتمان بنقده القاسي، واختباراته المتشعبة، وأنه لم يتحقق – في أنجح الحالات – إلا أقل من عُشر الافتراضات والآمال والأماني والاستنتاجات التمهيدية».

وليس هناك من شك في أن كل باحث علمي متمرس يؤيد هذا القول. بل لقد ذهب «**داروِن**» إلى أبعد من هذا حين قال:

«لقد كنت أسعى جاهدًا كي يظل ذهني حرًّا في التخلّي عن أي فرض مهما كان أثيرًا لديّ.. حالما يتضح أن الوقائع تخالفه.. ولست أتذكر فرضًا واحدًا وضعته في أول الأمر، دون أن أجد نفسي مضطرًّا بعد وقت ما إلى التخلي عنه، أو إلى تعديله إلى حد كبير».

ويقول «بفردج» في كتابه «**فن البحث العلمي**»:

«ليس هناك ما يدعو إلى الخوف في الوقوع في الخطأ، بشرط أن يعرف المرء هذا الخطأ في الوقت المناسب.. ويصحّحه.. فالعالم الذي يسرف في الحذر لا يُنتظر منه أن يرتكب أخطاء أو يصل إلى كشوف. وقد عبّر «وايتهيد» Whitehead عن هذا المعنى ببلاغة حين قال: «الخوف من الخطأ مقبرة للتقدم». وقال السير «همفري دافي»: لقد أوحى إليّ الفشل بأهم كشوفي».

على أنه من المفيد أحيانًا في البحث العلمي عن أفكار مبتكرة، التخلي عن التفكير الموجّه المقيد الذي نادى به «**ديوي**»، وإطلاق العنان لشطحات الخيال، والاستغراق في الأحلام، ومتابعة تعاقب الأفكار عند ظهورها، وتركها تتكون وتتفرع على سجيتها حتى تتمخض عن بعض النتائج النافعة.

وهكذا نستقرئ من مذكرات العلماء الفاقهين وخبراتهم مدى أهمية الخيال

المنهجي في تحقيق نجاحاتهم، ومدى معاناتهم في اقتناص أفكارهم الصائبة وصياغتها في فروض وقوانين ونظريات علمية جديدة.

خيال العلماء بين «التعقُّل» و«التصوُّر»:

يعلم أهل الاختصاص في مجال فلسفة العلم ومناهج البحث العلمي أن تحصيل المعارف العلميّة نشاط مقصود يهدف الباحث من ورائه إلى دراسة ظواهر معينة وقضايا محددة يعكف عليها ويتناولها بالملاحظة الدقيقة، وبالتحليل المنطقي، مستخدمًا في ذلك منهجًا يتفق وطبيعة موضوع البحث، بغرض التوصل إلى قوانين عامة، أو حتى مقولات أو نظريات، تفسر اطراد الظاهرات المختلفة، وتدل على احتمالات الإفادة العلمية من تطبيقاتها. ومن ثم فإننا نحتاج في اللغة العلمية إلى الصياغة الدقيقة التي تكتسب فيها الألفاظ المستخدمة في تعريف المسميات والمصطلحات والمفاهيم معانيها التي تحدد ما يثار في الذهن عند سماعها من أفكار وتصورات ومشاعر، وما يشار إليه من أشياء في عالم الواقع. بعبارة أخرى، تكتسب اللغة العلمية دقتها من مدى تعبيرها عن الحقائق العلمية، إما بوصفها تطابقًا للواقع الموضوعي، وذلك بإطلاق «**الواقع**» لفظًا على الأمور التي يمكن التحقق منها على نحو يقرّه الجميع، أو تطابقًا لقضايا ذهنية ليس لها مسمّيان في الواقع، مثل قضايا «**الواقع الافتراضي**»، أو بعض قضايا علم الرياضيات للأشياء كما هي في ذاتها، مثل الانتقال بالأعداد من المحسوسات إلى المجردات التي يستطيع العقل أن يكوّن عنها أفكارًا بدون أن يكون لها معدود تنطبق عليه؛ كما هي الحال مع «**الصفر**» الذي لم تظهر فكرته

إلا في مرحلة متأخرة عن الأعداد المعروفة، ومع «**الأعداد السالبة**»، و«**الأعداد التخيلية**»، وغيرها. وينبغي في هذا السياق أن يستقر في الأذهان أن صدق قضايا المعرفة العلمية وقوانينها لا يعني بلوغ اليقين المطلق في صحتها، وإلا ترتب على ذلك أن تكون نتائج العلم مطلقة الصدق واليقين في جميع الأحوال، الأمر الذي لا يتفق مع طبيعة العلم ذاته، ومع استمرارية مسار تطوره المشاهَد من إعادة النظر في تراكم الاكتشافات العلمية التقليدية.

من ناحية أخرى، يوجد من بين قضايا العلم التخيلية ما يقوم عليها البرهان العقلي القاطع، ومع ذلك يكلُّ العقل عن تصوّرها، حتى بعد الحساب؛ ذلك لأن عقولنا خُلقت عاجزة عن تصوّر كثير من الأشياء، ولكنها تستطيع أن تحكم بوجودها من طريق البرهان العقلي القاطع، فالتصوُّر غير التعقُّل، فقد يكون بالإمكان أن يُعقل شيء ما، بينما يستحيل تصوّره؛ لأن التعقُّل يعتمد على بديهيات أولية يأخذ العقل في ترتيبها وتركيبها، واستنباط بعضها من بعض، وبناء بعضها على بعض، فيصل إلى حكم عقلي قاطع قد لا يستطيع تصوّره، رغم أنه لا يشكّ في صحته. والعلم الحديث اليوم يقرّ هذه الحقيقة عن الفرق بين إمكان تصوّر الشيء وإمكان تعقّله، فلا يبالي بعجز العقل عن التصوُّر، ويعتمد على التعقّل وحده، لأن الحقائق العلمية أصبحت، في مجالاتها، وكمياتها، وأعدادها، فوق التصوّر، ولكن العلماء يحسبونها ويُعرِّفونها ويحكمون عليها عن طريق العقل.

وإن شئنا مثالًا يوضح **ملكة الخيال المنهجي** عند عباقرة العلماء، وقدرته

على تعقُّل الأشياء أو تصوُّرها، فإننا نجد – على سبيل المثال – كيف أن العلوم المعاصرة تتناول من قضايا علم الكون cosmology بالبحث النظري والعملي ما كان يُعدُّ يوما ما من خرافات الميتافيزيقا. فقد تزايد الآن عدد الباحثين الذين يعتقدون أن كثافة المادة والطاقة في الكون هي على صورة معينة، بحيث إن كتلة الكون في مجموعها لابد وأن تساوي صفرًا على وجه التحديد. وكتلة الكون تُعتبر من المعطيات الفيزيائية التي يمكن تقديرها عن طريق القياس العلمي التجريبي؛ فإذا كان مقدارها يساوي الصفر فعلًا، فإن الكون عندئذٍ يشارك حالة الفراغ التام في خاصية «**انعدام الكتلة**». وقد ظهرت حديثًا نظرية جريئة تنطلق من هذه الفرضيات لتعتبر الكون على صورة تقلبات كوانتيَّة حول الفراغ، وهي حالة من اللاشيئية في الزمان والمكان خُلقت من العدم. وهنا يكون التعويل على التجربة ضروريا للحكم في إحدى قضايا ما وراء الطبيعة؛ فعن طريق قياس كثافة المادة في الفراغ يمكن معرفة مدى صحة هذه النظرية العلمية، علما بأن كثافة مادة الكون المعلومة حاليًا تساوي مقدارًا ثابتًا متناهيًا في الصغر، يمكن قبوله عقلًا، ولا يمكن تصوّره وهو 10^{-31}جم/سم^3

من زاوية أخرى في علم الكون، تتعلق بأصله ونشأته، يقول العلماء إن المجرات تُدفع متباعدة عن بعضها في جميع الاتجاهات، محمولة بنسيج «**زمكاني**» يكبر بانتظام. وقد بات واضحًا بالدليل القاطع أن الكون يتمدد. واتضح حديثًا أن المجرات ليست ساكنة بالنسبة لهذا النسيج الزمكاني المنتشر، فهي تقوم بحركات خاصة تساعدنا في النفاذ إلى بنْية الكون ومعرفة مدى

التقلبات الكوانتية في كثافة مادته. وما توصل إليه الباحثون عن هذه الحركات يوحي بأن المادة الكونية تتكتَّل مع بعضها بمقاييس كبيرة لا يمكن تصورها، فتعطينا معلومات عن الأحداث التي جرت في بواكير نشأة الكون، وقد تجيب هذه الحركات أيضًا عن سؤال حول النهاية الأخرى للزمن: فهل سيستمر تمدد الكون؟ أم أن قوة الجاذبية سوف توقف هذا التمدد في نهاية المطاف، أو حتى تعكسه بحيث ينهار الكون ثانية ويعود إلى كثافته الأولية؟ لهذا ينهمك الباحثون حاليًا في رسم أنموذج للجريان الكوني باستخدام أحدث التقنيات، وقد ظهر لهم بالفعل من النتائج والبيانات ما يجعلهم يتعاملون مع النظريات السائدة في هذا المجال بحذر شديد.

أيضًا، من أهم الإسهامات العلمية التي جذبت اهتمام العلماء حديثًا، ويؤدي فيها الخيال المنهجي دورًا أساسيًا، تلك النظرية التي استحدثها العالم العربي المسلم محمد النشائي، المولود في القاهرة عام 1943م، لتوحيد الطاقات الأساسية في إطار تصميم واستكمال نظرية النسبية لأينشتين. ونظرية التوحيد هذه تعالج في أحد جوانبها ظاهرة تأثير «القوى» على الأجسام في الزمان والمكان عن طريق الملاحظة المباشرة لتدافعها وتجاذبها أمام أعيننا. وهي الظاهرة التي بدأها علماء الحضارة العربية الإسلامية بتحديد أنواع الحركة وأوصافها، على نحو ما جاء في كتب «**الشفاء**» **لابن سينا**، و«**التحصيل**» **لابن المرزبان**، و«**المعتبر في الحكمة**» «**لابن ملكا البغدادي**»، وغيرها، ثم جاء «**اسحق نيوتن**» ليصيغ قوانينها على أساس استقلال المكان عن الزمان، وأعقبه

أينشتين الذي أوضح أن الذي يجب اختبار صحته بالتجربة العلمية ليس القوانين العلمية، وإنما هي طريقتنا في التفكير.

فإذا كانت قوانين نيوتن قد نجحت نجاحًا باهرًا في تفسير حركة الكواكب حول الشمس، فإنه قد توجد قوانين أخرى مبنيّة على فروض مختلفة وتنجح أيضًا في تفسير ذلك. وبالفعل قدم أينشتين **تصوّره** للمتصل رباعي الأبعاد المكون من اندماج المكان والزمان اندماجًا تامًا يختلف عن أيّ منهما في حالته المفردة، وهو ما عرف باسم «**متَّصَل الزمكان**» space–time continuum، ويعنى هذا التصور أن الزمن شيء ليس له معنى إلا في وجود أحداث تميزه، وأن الأجسام المتحركة تمرّ في هذا المتصل الزمكاني، بدلًا من أن تكون في مكان يتغير مع الزمن، وأن مجرد تصوُّر ذاكرة الإنسان لوجود ماضٍ وحاضر ومستقبل هو الذي يوحي إليه بمرور الزمن.

لكن هل الكون رباعي الأبعاد حقًا؟ أم أن هناك احتمالًا لأن تكون أبعاد حيِّز الفضاء والزمن أحد عشر بُعدًا – على قول بعض العلماء – وليست أربعة أبعاد فقط كما يقول أينشتين؟ وما مدى صحة هذه الافتراضات التخيلية الجديدة؟ وإذا كان هناك من ينتظر الدليل القاطع على صحتها بالتجربة والبرهان، فإنها بكل تأكيد قد عملت على زعزعة أفكار كان يُظن أنها ثابتة حتى عهد قريب.

ويلتقط عالمنا «**النشائي**» بداية خيط جديد لفكرة علمية جديدة، معتمدًا على أن العبرة في نجاح التفسير العلمي لقضية ما «**بالفكرة الصائبة**»، وليس بالقانون العلمي مهما بلغت درجة نجاحه. ويقدم النشائي نظريته لاستكمال التصور الذي

بدأه الإغريق والمسلمون، وطوره نيوتن وأينشتين، فيقول: «**إن أينشتين صاحب نظرية تقريبية لا ترى للزمان معنى ملموسًا إلا في وجود المكان، أما نظريتي فتجعل الزمان محسوسًا كالمكان تمامًا، دون فارق بينهما**»، وقد استطاع من خلال رؤية نقدية لهندسة الزمان والمكان أن يوحّد بين نظريتين تبدوان متباعدتين، أو متقابلتين: إحداهما تدعي «**نظرية الكم أو الكوانتم**» التي أسسها ماكس بلانك لتفسير التركيب الذري، والأخرى هي «نسبية أينشتين» التي تعني بحركة الأجسام ذات السرعات العالية، بل إنه نبه إلى عدد من الأخطاء التي وقع فيها بعضهم، مثل «**بريجوجين**» Prigogine الحائز على جائزة نوبل عام 1978م، و«**ستيف هوكنجز**» S. Hawkings الذي كان يعمل معه النشائي في القسم نفسه بجامعة كمبريدج.

وللنشائي آراء أخرى في مجالات متعددة تشمل نظرية الفوضى، والثقوب السوداء، ونظرية الانفجار الكبير عن أصل الكون، وغيرها. وإن عالما مثل النشائي، تقوم أفكاره العلمية الجديدة على هذه الدرجة العالية من التخيل المنهجي المنظم، لابد أن تشغله موضوعات أخرى قوامها الفكر التأملي والخيال الخصيب، فحديثه عن الفراغ يتجاوز حدود الفلسفات المثالية والواقعية، ويرقى إلى أقوال بعض الصوفية، وخاصة فيما يتعلق بمعنى الوجود والعدم، وتصوره للفوضى المنظمة، وإثباته أن هنالك ثلاثة أزمنة منها اثنان تخيلان: أحدهما يسير إلى الأمام، والآخر إلى الخلف، وقوله إن «**التداخل**» interference هو تداخل للمعلومات، وليس تداخلًا للأجسام، وغير ذلك مما يحتاج إلى خيال العالم

المنهجي أكثر من خيال الشاعر، والموسيقى، والأديب الروائي، والفنان التشكيلي.

والواقع أن كثيرًامن فروع العلم المعاصر قد وصلت إلى مرحلة تتميز فيها بمفاهيم جديدة ومتطورة، يمكن تعقّلها، وإن كان يصعب تصورها في بعض الأحيان، لأنها لا تتفق مع ما اعتدنا عليه من تصورات تقليدية (كلاسيكية)، وتشبيهات أو مماثلات واقعية منظورة تمثل بعض الظواهر، بحيث أصبح لا يمكن التعبير عنها إلا بمعادلات رياضياتية وصياغات ذهنية. وفي هذا السياق الذي يتعانق فيه الخيال المنهجي مع الواقع الفيزيائي، توالت النظريات الكبرى التي دفعت بمسيرة العلم وتطبيقاته قُدمًا، وانعكست آثارها المباشرة على حياة الناس وفهمهم لطبيعة الكون الذي يعيشون فيه.

نماذج لمفاهيم علمية تخيلية:

1- إشعاع الجسم الأسود:

في بداية القرن العشرين اتضح للفيزيائي الألماني «**ماكس بلانك**» أنه يمكن تفسير طبيعة طيف الإشعاع الذي يبثه جسم ساخن إذا ما اعتبر هذا الإشعاع مؤلفًا من وحدات صغيرة، أو جسيمات، تمامًا كما تتألف المادة من ذرات. وسمّي بلانك كلا من هذه الوحدات «**كمَّة**» أو «**كوانتم**» quantum. وقد وجد أن طيف الإشعاع الحراري الذي يعتمد بشدة على درجة الحرارة يعتمد بدرجة أقل على طبيعة الجسم المشع، وتطلب هذا تعريفًا لمفهوم علمي خيالي (مثالي)

يسمى «**الجسم الأسود**»، وهو الجسم الذي يمتص كل الإشعاع الساقط عليه ولا يعكس شيئًا منه، ومن ثم فهو يعتبر **الحالة المثالية** للجسم الأسود العادي الذي يمتص معظم الضوء الساقط عليه فيبدو أسود.

وكان لابد من تحليل النتائج العملية لمنحنيات الإشعاع الحراري للجسم الأسود، ومحاولة استخلاص القوانين التي تصف السلوك العملي لهذا الإشعاع. وأمكن اعتبار أشعة النجوم، بما فيها الشمس، في حالة اتزان حراري مع الغازات الساخنة التي تتكون منها الطبقات الخارجية للنجم، ومن ثم يمكن تطبيق حالة إشعاع الجسم الأسود عليها لتقدير درجة حرارتها، ومعرفة متوسط الطول الموجي الأعظم للإشعاع الصادر منها.

كذلك توصل بلانك إلى قانون يتفق تمامًا مع منحنى الإشعاع الحراري للجسم الأسود، وتقوم فرضيته في استنتاج قانونه على أنه أدخل لأول مرة في تاريخ الفيزياء فكرة «**تكمية**» الإشعاع quantization of radiation، وظهر في القانون مقدار ثابت أصبح يعرف الآن باسم «**ثابت بلانك**»، وهو من السمات الأساسية لعلم الفيزياء الحديثة. وكان من أهم علامات نجاح نظرية الكم، أو الكوانتم، أن أسهمت في فهم بنْية الذرات على أساس أنه لا يمكن للإلكترونات أن تشغل إلا مستويات طاقة معينة ومحددة بدقة حول النواة، ويمكن للإلكترون أن يقفز من مستوى طاقة إلى مستوى آخر، وأن يبث أو يمتص الكم المناسب من الطاقة عندما يفعل ذلك، ولكنه لا يستطيع أبدًا القفز إلى حالة بينيّة متوسطة. واستطاع أينشتين في عام 1905م أن يفسر انبعاث الإلكترونات من

سطح معدني بتأثير الضوء على أساس هذه النظرية، وكان هذا هو الإنجاز الذي نال جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921م.

2- الطبيعة الازدواجية للمادة:

استطاع الفرنسي «**دي بروي**» de Broglie أن يوفق بين وصف أينشتين لطبيعة الضوء الكمية (الكوانتية» الجسيمية، ووصف السابقين لطبيعته الموجية، فحدد العلاقة التى تربط بين الخاصيتين باعتبار الضوء ذا طبيعة مزدوجة، فهو جزئيا يبدو كأمواج، وجزئيا يسلك سلوك الجسيمات. وقدم «**دي بروي**» وصفا خياليًا مفاده أن لكل إلكترون (جسيمي) موجة تترافق معه بطريقة ما وتوجه حركته، وأن مستويات الطاقة المسموح بها للإلكترون في الذرة تتطابق مع مدارات فيها عدد محدد من أطوال الموجات مثبتة حول النواة.

ولا تزال نظرية ازدواجية جسيم- موجة تمثل إحدى نقاط الغموض في نظرية الكم، فهي ترتبط بمفهوم عدم يقين الكم، بمعنى أنه لا يمكن لأي ملاحظ أو مراقب أن يحدد بدقة مطلقة كلا من موقع الجسيم وكمية تحركه في اللحظة نفسها. فكلما ازدادت دقة تحديد موقع الجسيم نقصت دقة تحديد كمية تحركه. وقد كان الفيزيائي الألماني «**فيرنر هيزنبرج**» أول من لفت الأنظار إلى «**عدم اليقين**» uncertainty، باعتباره مظهرًا أساسيًا من المظاهر الطبيعية للإلكترون أو لأي جسيم آخر.

3- قطة «شرودنجر»:

من طريف ما يروي حول المفاهيم العلمية الخيالية أن الفيزيائي النمساوي «**شرودنجر**» طرح في عام 1935م تجربة فيزيائية تخيلية شبهها بقطة وضعها مجازًا في صندوق، ووضع معها قارورة سمّ، فهي في حالة تراكب الحياة والموت، ولا يمكن معرفة ما إذا كانت القطة حية أو ميتة حتى يفتح الصندوق. وبمعنى آخر، تكون القطة بالنسبة إلى الملاحظ معلقة بين الحياة والموت حتى يتم رصدها. هذه النتيجة تتسم بالمفارقة، لكنها على الأقل تخص النتائج لتجربة ذهنية (فكرية)، فإن انكسار القارورة هو موضوعيًا غير معين، وكذلك بقاء القطة على قيد الحياة. وقد أسرّ «**شرودنجر**» ذات يوم إلى زميله «**نيلزبور**» قائلًا: «**يؤسفني أنه كان لي يومًا ما ضلع في نظرية الكم**». لم يكن شرودنجر – بالطبع – يندب مصير قطته الشهيرة، لكنه كان يعلق على المعاني الخيالية الغريبة المتضمنة في فيزياء الكوانتم، هذا العلم المعني بدراسة عالم الجسيمات دون المجهرية submicroscopic particles من إلكترونات، وفوتونات، وذرات، وأشياء أخرى.

مراجع للاستزادة:

1- د. أحمد فؤاد باشا، فلسفة العلوم بنظرة إسلامية، سلسلة كتاب العربية (130)، الرياض 2013م.

2- و. أ. ب. بفروج، فن البحث العلمي، ترجمة: زكريا فهمي، مراجعة: د. أحمد مصطفى أحمد، دار اقرأ، بيروت. لبنان 1403 هـ- 1983م.

3- سام تريمان، من الذرة إلى الكوارك، نحو ثقافة علمية متقدمة لمواكبة علوم العصر وفلسفاتها. ترجمة: د. أحمد فؤاد باشا، سلسلة عالم المعرفة رقم 327، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الكويت 1427هـ – 2006م.

4- المواقع ذات الصلة على الشابكة الدولية (الإنترنت).

5- أعداد مجلة العلوم الأمريكية، الترجمة العربية، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.