لا يوجد عرض بليغ أو ممتع أو مقنع لما يمكن أن يسمى علم الفلسفة أكثر من عرض السير جيمس جينز.

The New York Times

مكتبة 1318

جيمس جينز

JAMES JEANS

الفيزياء والفلسفة

تأملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**

نصوص منشورات

ترجمة: **نور ياسين**

الفيزياء و الفلسفة

تأملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**

مكتبة 1318

مكتبة
t.me/soramnqraa

29 8 23

Physics and Philosophy

James Jeans

■ اسم الكتاب: **الفيزياء والفلسفة**

■ المـــؤلـــف: **جيمس جينز**

■ ترجمة: **نور ياسين**

■ الطبعة الأولى **2022** ©

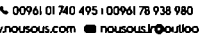
حقوق الترجمة العربية محفوظة للناشر

لا يجـوز نسـخ أي جزء من هذا الكتاب أو إسـتعماله بأي شـكل من الأشـكال أو بأيـة وسيلة من الوسائـل سواء التصويرية أم الأكترونيـة أم الميكانيكية؛ بما في ذلـك النسـخ الفوتوغـرافي والستجيل على أشرطـة أو سواها وحفـظ المعلومات واسترجاعها دون إذن خطي من الناشر.

الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن رأي «منشورات **نصوص**»

ISBN: 978-9953-532-34-9

■ الإخراج الفني: TRIGRAPHICS



لبنان - بيروت - شارع المقدسي - بناية ويز - الطابق الخامس
العراق - بغداد - شارع المتنبي - بناية مصرف الرشيد - الطابق الأول
00961 78 938 980 - 00961 01 740 495
www.nousous.com nousous.ir@outlook.com

لا يوجد عرض بليغ أو ممتع أو مقنع لما يمكن أن يسمى علم الفلسفة أكثر من عرض السير جيمس جينز.

The New York Times

جيمس جينز

مكتبة 1318

الفيزياء والفلسفة

تأملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**

نصوص منشورات

ترجمة: نور ياسين

المؤسسة
مكتبة
t.me/soramnqraa

مقدمة المؤلف **11**
الفصل الأول «ما هي الفيزياء؟ وما هي الفلسفة؟» **13**
ما هي الفيزياء 17
الوضعية المنطقية Positivism 18
المعرفة الفيزيائية 21
تمثل الطبيعة على هيئة صور 25
تفسيرات هندسية للطبيعة 29
التفسيرات الميكانيكية للطبيعة 31
الوصف الرياضي للطبيعة 33
ما هي الفلسفة؟ 35
الفلسفة القديمة 36
فلسفة العصور الوسطى 37

فلسفة عصر النهضة 39
الدين والعلم 42
ديكارت Descartes 45
لايبنتس Leibniz 47
كانت Kant 51
الفصل الثاني «كيف نعرف (من ديكارت إلى كانت وأدينجتون) مصادر المعرفة» 57
القائلون بالمذهب العقلي The Rationalists 62
القائلون بالمذهب التجريبي The Empiricists 64
المعرفة القبلية A Priori knowledge 68
العوالم الثلاثة للعلم الحديث 72
المعرفة الرياضية 77
المعرفة التركيبية Synthetic Knowledge 83
نظرية المعرفة عند (كانت) 85
المكان والزمان 91
ما هما المكان والزمان 95
مناقشة كانت، للمكان والزمان 98
السرعة المحدودة للضوء 102
وحدة المكان - الزمان 103
نظرية النسبية 109
تمثلات في المكان والزمان 110
أشكال الإدراك والفهم عند (كانت) 111
فلسفة أدينجتون في العلوم الفيزيائية 115
وجهة نظر بديلة 123
منهج العلم 125
الفصل الثالث «صوت العلم وصوت الفلسفة من أفلاطون إلى العصر الحديث» 127
اختلافات في اللغة 129
اختلافات في المصطلحات 139
كميات وكيفيات 140

أنصاف نغمات 145
اختلافات في المناهج 147
تبسيط زائد 148
اساليب ذرية في التفكير 151
السببية 155
الفصل الرابع «مرور العصر الميكانيكي (من نيوتن إلى ألبرت أينشتاين)» **161**
الميكانيكا قبل نيوتن 163
ميكانيكا نيوتن 167
الحتمية الميكانيكية 168
مبادئ عامة 170
معادلات الحركة 172
الميكانيكا الكلاسيكية 175
التأثير على بعد 177
القوى الكهربية والمغنطيسية 182
انهيار الميكانيكا الكلاسيكية 186
تركيب الذرة 187
مشكلة الإشعاع 188
الحركات في الزمان والمكان 190
الفصل الخامس «الفيزياء الحديثة بلانك، رذرفورد، بور» 191
نظرة تمهيدية 193
نظرية الكم لبلانك 195
التأثير الضوئي - الكهربي 196
ذرية الإشعاع 199
الطبيعة التماوجية للإشعاع 200
الصورة الجسيميّة والصورة الموجيّة 202
موجات من المعرفة 207
اتساق الطبيعة 212
مبدأ عدم التحديد 214

الذات والموضوع 216
نظرية (بور) عن الأطياف الذرية 219
القوانين الأساسية للنشاط الإشعاعي 222
تركيب أينشتاين 226
الحتمية في الطبيعة 227
الفصل السادس «من الظواهر إلى الحقيقة بور، هايزنبرغ، دو بروغلي، شرودنغر، ديراك» **229**
نظرية الكم الحديثة 232
تمثلات تصويرية 238
موجات الكترونية 240
الميكانيكا الموجية Wave Mechanics 246
ميكانيكا الكم (لديراك) 257
الفصل السّابع «بعض مشكلات الفلسفة» **261**
تلخيص 263
الصورة الجسمية والصورة الموجية 265
مبادئ فلسفية جديدة 270
الاستنتاج الاحتمالي Probable Reasoning 272
المصادرة على البساطة The Simplicity postulate 276
الصورة الجديدة للفيزياء الحديثة 286
المظهر والحقيقة 289
الذهنية أو المادية 293
القضية الأولى للذهنية 293
القضية الثانية للذهنية 296
مشكلة حرية الإرادة 306
القائلون بالجبرية 307
القائلون بحرية الإرادة 314
وجهة النظر المعاصرة 317
خاتمة **323**

الفيزياء و الفلسفة

تاملات **فيزيائي** في بعض مشاكل **الفلسفة**

الهدف من هذا الكتاب باختصار هو تناول - وإلى حد ما - اكتشاف الإقليم الفاصل بين علم الطبيعة والفلسفة فهذا الإقليم الذي اعتدنا أن نعتبره سخيفًا جدًا، أصبح فجأة مثيرًا جدًا، وهامًا، نتيجة للتطورات الحديثة في الفيزياء النظرية.

إن الإثارة الجديدة تتجاوز بكثير المشاكل المتخصصة للفيزياء والفلسفة، وتصل إلى مسائل تمس الحياة الإنسانية عن قرب شديد كمسائل المادية والإرادة الحرة، لذلك آمل أن يثير هذا الكتاب اهتمام الكثيرين ممن لا يشتغلون بالفيزياء أو الفلسفة، ولهذا الغرض جعلت المناقشة يسيرة قدر الإمكان متجنبًا النقط المتخصصة ما وسعني، وحيث لم أتمكن شرحت هذه النقط، كما حاولت أن أرتب الكتاب بحيث تهيء قراءة الفصلين الأولين مع الفصل الأخير، نظرة عامة مفهومة للقضية الرئيسية، وخلاصة لكل الفصول، وهناك كثير من القراء سيفضلون البدء بهذه الفصول الثلاثة.

ولا حاجة لي لكي أضيف أني بالنسبة للفلسفة من الدخلاء، وليس من بين نواياي أن أضع مرجعًا في مسائل الفلسفة الخالصة.

وأسجل هنا بامتنان شكري للسير فردريك بريمان لقراءته كل تجارب المطبعة، وللسير آرثر أدينغتون لقراءته جزء منها (رغم أننا لم نتفق دائما)، كما أشكر لهما وللأستاذ ج. ب. س هالدان، الانتقادات والاقتراحات المختلفة، كذلك أتوجه بالشكر لزوجتي لمساعدتي في نقل مستنسخاتي على الآلة الكاتبة.

جيمس جينز

8 يوليو 1942

الفصل الأول

ما هي الفيزياء؟
وما هي الفلسفة؟

يتقدم العلم عادة على هيئة خطوات صغيرة، بحيث يكون من الصعب على الباحث المدقق أحيانا أن يرى أكثر من بضع خطوات أمامه، ولكن قد ينقشع الضباب، ونجد أنفسنا على ربوة تكشف مساحة واسعة من الأرض مما يكون له نتائج باهرة، إن علما بأكمله يبدو وكأنما يعاد تنظيمه، فالمعارف الصغيرة تتجمع معًا بطريقة غير متوقعة، وأحيانًا يكون لصدمة التعديل أثر على علوم غيرها وأحيانًا تحول مجرى الفكر الإنساني بأكمله.

مثل هذه الحوادث نادرة، ولكن ترد إلى الخاطر أمثلة عليها، فاذا كانت نتائج نظام **كوبرنيكوس** الفلكي عندما حل محل فلك العصور الوسطى، كانت الأرض مركز الكون - ثم رأى الإنسان أن وطنه ليس هو المركز الثابت المهيب للكون الذي يدور من حوله كل شيء، إنما هو من ضمن الشظايا المادية التي تدور حول نجم عادي من النجوم العديدة في السماء.

أو لنفكر في مضمونات علم الحياة **لدارون** - وكيف رأى الإنسان أن جسده لم يكن مصممًا خصيصًا من أجله كسيد للمخلوقات، بل هو من أثر التكيف التحسين لأجساد حيوانات أخرى سبقته على الأرض وكانت سلفه الحقيقي، وثبت أن المخلوقات الأرضية كلها نمت إليه بصلة القرابة وإن كان قد تفوق عليها فلأنه ولد في الفرع الذكي من العائلة الكبيرة.

وثالث الأمثلة تجده عندما انتشر نظام **نيوتن** الميكانيكي وقانونه للجاذبية، لقد وجد الناس أن الأجرام السماوية لا يجوز أن تخشى أو ترجى مشورتها في شؤون البشر، فما هي إلا قطع من المادة الجامدة تتحرك وفقا لقوانين كونية وبدا أن نظريات **نيوتن** تفترض أن كل الأجسام حتى أصغرها تخضع

لنفس القوانين الكونية، وبرغم أنه لم يمكن التحقق من ذلك، فإن نتيجة هذا الفرض هو أن كل الحركات الية بطبيعتها، وإن أحداث المستقبل لابد أن تنتج من الماضي في جبرية كما لو كانت إحدى الآلات.

فإذا كان هذا النظام يحكم المادة الحية وغير الحية، فمن الواضح أن قضية حرية الإنسان في الاختيار بين الخير والشر، أو في اختيار طريقه في الحياة ما هي إلا وهم كبير.

ثورة رابعة حدثت في علم الطبيعة، تتعدى نتائجها علم الطبيعة، بل هي تؤثر في نظرتنا العامة للكون، لأنها تؤثر في الفلسفة، وفلسفة أي عصر تخضع للعلم الذي يسود ذلك العصر، فأي تغيير جذري في العلم يتبعه رد فعل في الفلسفة، وهذا هو الحال في هذه القضية فالتغييرات في الفيزياء لها لون فلسفي متميز، والاستجواب المباشر للطبيعة عن طريق التجربة، قد كشف عن الخلفية الفلسفية التي كان العلم يسلم بخطئها حتى الآن.

ومن الطبيعي أن يؤثر التصحيح اللازم في الأساس العلمي للفلسفة، ومنها في تناولنا للمشاكل الفلسفية لحياتنا اليومية، فلا هل نحن مسيرون أو مخيرون؟ وهل العالم مادي أو ذهني في جوهره النهائي؟ أو هو الاثنان معًا؟ فإن كان فأيها الأساس؟ هل العقل من خلق المادة أو المادة من خلق العقل؟ هل العالم الذي ندركه حسيًا في المكان والزمان هو عالم الحقيقة النهائية أو هو مجرد مستار يخفي وراءه حقيقة أعمق؟

إن الهدف الأول من هذا الكتاب هو أن يناقش العلاقة المتبادلة بين الفيزياء والفلسفة، وعل حين تستعمل المناقشة اصطلاحات عامة، فإن لها

بالطبع علاقة خاصة بالتطورات الحديثة، وبتأثيراتها على المسائل الفلسفية ذات الطابع الذي ذكرناه، ولكن في البداية هيا نبحث في أسئلة عامة مثل: ما هي الفيزياء؟ وما هي الفلسفة؟.

مكتبة
t.me/soramnqraa

ما هي الفيزياء

تشتت الفيزياء والفلسفة أصولها من العصور المظلمة حين بدأ الإنسان يميز نفسه عن أسلافه البدائيين مكتسبًا خصائص عاطفية وعقلية جديدة، صارت فيما بعد علاماته المميزة، أهمها حب الاستطلاع العقلي الذي أثمر الفلسفة، وحب الاستطلاع العملي الذي انتهى إلى العلم. وجد الإنسان البدائي، الذي ألقي في عالم لا يفهمه، أن راحته ورخاءه بل حتى حياته معرضة للخطر بسبب رغبته في فهم الطبيعة فهي مظاهرها المختلفة قد تيسر عليه حياته لكنها يمكن أن تنقلب ضده ألا يحدث أن تتبدل أشعة الشمس الواهبة للحياة والغيث اللطيف بالرعود والأعاصير؟ أوحى له هذا بمشاعر من الرهبة والخوف كتلك التي يحس بها تجاه الحيوانات الضارية والأعداء من البشر الذين يهددون حياته، ودفعه هذا إلى أن يطبق أهواءه على الأشياء الجامدة المحيطة به، فملأ دنياه بأرواح وعفاريت وآلهة وآلهات واناث كبيرة وصغيرة وعبدها لدرجة أن «الطبيعة بأكملها كانت مجموعة من الشخصيات الحية، كما قال **أندرو لانج**، ومثل هذه التخيلات لم تقتصر على سكان الكهوف والهمج بل حتى **طاليس** Thales المليتي (640-546 ق. م) الفلكي والمهندس والفيلسوف آمن بأن «كل الأشياء عامرة بالآلهة».

وخلع الإنسان البدائي على هذه الشخصيات صفات وخصائص على درجة من التحديد تماثل ما يصف به أصدقاءه وأعداءه الحقيقيين، وفي تصرفه هذا لم يكن مخطئا كليًا، فقد أوجدها اعتياد الإنسان على تكرار الأحداث، حتى الحيوانات تفعل نفس الشيء، فهي تتحاشى المكان الذي عانت فيه تجربة مؤلمة ظنًا منها أن ما يؤلم مرة يجوز أن يؤلم ثانية، وتعود إلى المكان الذي وجدت فيه طعامًا، على اعتبار أنه موضع يرجي وجود الغذاء فيه، إن ما كان مجرد أفكار مترابطة في مع الحيوان ترجم إلى قوانين طبيعية في عقل الإنسان المفكر، وأدى هذا إلى اكتشاف مبدأ تماثل الطبيعة، فما حدث مرة سوف يحدث ثانية إذا تكررت الظروف، وحوادث الطبيعة لا تقع اعتباطا بل وفقا لنسق لا يتغير، ومجرد التوصل إلى هذا الاكتشاف أصبحت العلوم الطبيعية ممكنة، فهدفها الأول هو الكشف عن نسق الأحداث على قدر ما يحكم وقائع العالم غير الحي.

الوضعية المنطقية Positivism:

هذه المرحلة البدائية من التطور البشرى هي التي وصفها **أوجست كونت** Auguste Comte (1798 – 1857) بمرحلة الإيمان بالقوة السحرية للأصنام fetishism وإن كانت الآن **تسمى الإحيائية** animism، في هذه المرحلة اعتقد الإنسان أنه يستطيع تحوير مجرى الحوادث وفق إرادته ولمصلحته الشخصية، عن طريق التأثير على الآلهة والأرواح التي ملأ بها دنياه، تارةً، باتباع سياسة الاسترضاء بالتعبد والقرابين وتارة أخرى عن طريق الصلوات والرقى والتعويذات.

يقول **كونت** إنه بمضي الوقت آلت مرحلة الإحيائية إلى مرحلة ثانية هي **المرحلة الميتافيزيقية** Metaphysical، حيث صارت الآلهة والأرواح مشخصة، وأبدلت بقوى وأنشطة وطبائع من الصعب تصورها - وفي هذه المرحلة يبدو العالم محكومًا «بقوى حيوية» و«أنشطة كيميائية» و«مبدأ للجاذبية» وما شابه ذلك، وفي النهاية نطلق على ذلك اسم «الطبيعة» برغم أننا نشير إليها كما لو كانت شخصًا عاقلاً، وعند ذلك خرج مجرى الحوادث من تحكم الإنسان.

ويرى **كونت** أن هذه المرحلة الميتافيزيقية لابد أن تؤدي بدورها إلى مرحلة ثالثة هي **المرحلة الوضعية** «positivist» فالقوى، التي طردت الأرواح والآلهة سوف تطرد بدورها، ولن يبقى في العالم إلا الأحداث التي ليس لها شرح أو تفسير يمكن تقديمه، وواجب العلم الآن أن يكتشف القوانين التي تتفق مع الأحداث وهذا ما نسميه «نمط الحوادث».

كمثال على هذا، نذكر أن الإنسان البدائي اعتبر الشمس إلهًا واهبًا للحياة، على حين اعتبرها الإغريق عربة إله تجرها الخيول، وفي عصر لاحق أقل وثنية افترض أن الملائكة موكلة بدفع الشمس والقمر والكواكب، وبصيانة حركة الأفلاك السماوية التي تثبت فيها النجوم البعيدة، وانتهت هذه المرحلة الإحيائية عندما ألغى تقدم العلوم فكرة إله الشمس بخيله وعرباته والملائكة بأفلاكها السماوية، وعلى وجه التحديد انتهى هذا عندما أوضح **كوبرنيكوس** أن الحركة الظاهرية للشمس والقمر والنجوم عبر السماء تنتج عن الدورة اليومية للأرض، في حين يمكن تفسير حركة الكواكب بين النجوم على أنها تدور حول شمس ثابتة، وكان في

هـذا مقتـدي بالتعاليـم السـابقة **لفيثاغـورس وأرسـطارخوس** وغيرهما وحتى عندما اكتشـف **كبلر** الأشـكال الصحيحة لهذه المدارات بعد ذلك بسـتين عامًا فقط افترض أن هناك «قـدرة، أو تأثير، للمحافظة على حركة الكوكب، وأن هناك انبثاقًا ماديًا من الشـمس يحث الكواكب على الحركة ولولاه لخمدت حركتها» بهذا دخل علم الفلك مرحلته الثانية.

وأبقـى **نيوتن** على قوة، الجاذبية، لكنه كان متنبهًا للمشـاكل الفلسـفية الناجمـة عن ذلـك، فعندما هاجمه **ليبنـز** لإدخاله كيفيـات غبية ومعجزات في فلسـفته أجـاب: «إن فهم حركات الكواكب تحـت تأثير الجاذبية بدون معرفـة سـبب الجاذبيـة، لهـو تقدم في الفلسـفة يشـبه فهم تركيـب إحدى السـاعات واعتـماد تروسـها كل على الآخر، بـدون معرفة سـبب جاذبية الثقل الذي يحرك الآلة».

بهـذا بـدأ الفلك يخطو نحـو **المرحلة الثالثـة** التي لم يبلغهـا بالكامل إلا مؤخرًا، فعالم الفلك اليوم لا يدعي أنه يفهم لماذا تتحرك الكواكب بطريقة معينة، بل هو يقنع بمعرفة أن حركة الكواكب يمكن وصفها بدقة شديدة وباختصار إذا تصورناها تقع في فضاء منحن.

اعتقـد **كونت** أنه لا مفـر من أن يمر أي علم بهذه المراحل الثلاث على التعاقب، واشتهر هذا ب «**قانون المراحل الثلاث**» بل إنه ادعى أن العلوم المجـردة يمكـن ترتيبها في هذا التسلسـل: الرياضيات، الفلـك، الفيزياء، الكيمياء، الأحياء، الاجتماع.

حيث يكون كل علم:

(أ) أقدم تاريخيًا.

(ب) أبسط منطقيًا.

(ج) أشمل في تطبيقه من العلم الذي يتلوه في القائمة.

على هذا تغيب بعض العلوم ذات الأهمية الفائقة في عصرنا الحديث كالجيولوجيا وعلم النفس من هذه القائمة، لأنها لا تجد لها موضعًا، ولكن إذا أدمجنا العلوم الصغرى مع الكبرى فإن القائمة تتخذ الوضع الأبسط التالي: الرياضيات، الفيزياء، الأحياء، الاجتماع وبهذا تتحقق المميزات التي زعمها صاحب القائمة

و مضى **كونت** ليدعي أن كل علم في هذه القائمة مستقل عما يتلوه وأنه يصل إلى **المرحلة الختامية أو الوضعية** قبل سواء، ولما كانت الرياضيات قد بلغت المرحلة الوضعية منذ البداية، فهذا يصل بنا إلى أن الفيزياء تعتمد على الرياضيات فقط، وأنها أول العلوم التجريبية التي وصلت إلى المرحلة الوضعية وسنبحث هذا في حينه، ولكن فلنبحث أولا في الطبيعة الحقيقية لعلم الفيزياء.

المعرفة الفيزيائية:

يعيش كل إنسان حياته العقلية داخل سجن لا مهرب منه، هو الجسم البشري وصلته الوحيدة بالعالم الخارجي من خلال أعضاء الحس، كالعيون والآذان. فهي أشبه بنوافذ نظر من خلالها إلى العالم الخارجي تنتقى معلوماتنا عنه، والذي تنقصه الحواس الخمس لا يعرف شيئًا عن هذا العالم، فهو لا يملك أداة للاتصال به، ولن يكون في عقله إلا امتداد لما كان فيه عند ميلاده.

في الإنسان العادي، تستقبل أعضاء الحس هذه مؤثرات كإشعاعات ضوئية وأمواج صوتية... إلخ من العالم الخارجي، هذه تحدث تغيرات كهربية تنتقل عن طريق الأعصاب إلى المخ، حيث تحدث تغييرات من نوع آخر، نتيجة عمليات لا نفهم منها شيئا، وبهذا يحصل العقل على المدركات الحية perceptions من العالم الخارجي كما يسميها هيوم Hume، هذه بدورها تعطي انطباعات وأفكاره impressions & ideas، فالانطباع يدل على إحساس أو عاطفة أو شعور عندما يظهر المدرك الحي في العقل، والفكرة تدل على ما يتبقى من المدرك الحسي بعد أن يزول تأثيره المباشر، مثلاً تذكر الانطباع أو تكراره في الحلم.

هذا لا يخرج ما في عقل الإنسان عن ثلاثة أشياء، ما كان فيه وقت الميلاد، وما دخله عن طريق أعضاء الحس، وما نمي فيه من هذين عبر عمليات النظر العقلي بل إن هناك من أنكر الجزء الأول بأكمله، متفقين مع الفيلسوف الإنجليزي هوبز Hobbes (1588 – 1679 على أنه: ليس هنالك تصور في عقل الإنسان لم يمر أولاً على أعضاء الحس.. أو في عبارة أسبق للفلاسفة المدرسيين:

(nihil est in intellectu quod non fuerit in sensu)

أي «**ليس في الفهم شيء لم يكن من قبل في الحواس**».

وفكر غيرهم مع ليبنتز Leibniz (1646 – 1716) في أنه يجب تصحيح العبارة بإضافة الكلمات الآتية (nisi intellectus ipse وأي، ماعدا الفهم ذاته) فتصبح العبارة كالآتي:

ليس في الفهم شيء لم يكن من قبل في الحواس ما عدا الفهم ذاته، وسنعود لهذه المسائل بالتفصيل عندما تحتاج إليها في بحثنا.

عندما ينمي إنسان محتواه العقلي فإنه يكتسب معرفة جديدة، وهذا يحدث عندما ينشأ اتصال بين العالمين الموجودين على جانبي أعضاء الحس، عالم الأفكار في عقل الإنسان المفرد، وعالم الأشياء الخارج عن عقول الأفراد وهو مشترك النسبة لنا جميعا.

ودراسة العلوم تزودنا بهذه المعرفة الجديدة، فالفيزياء تزودنا بمعرفة دقيقة لأنها مبنية على قياسات دقيقة، والفيزيائي قد يعلن مثلا أن الوزن النوعي للذهب 19,320 وهو يقصد بهذا أن النسبة بين وزن قطعة ما من الذهب إلى ما يماثلها حجمًا من الماء هي 19,32، وقد يقول إن طول موجة الخط «هـ ا» في طيف ذرة الهيدروجين 0,00065628 من السنتيمتر ومعنى هذا أن النسبة بين طول موجة الضوء «ه ا» إلى السنتيمتر هي 0,00065628 ويكون تعريف السنتيمتر أنه جزء محدد من قطر الأرض، أو طول قضيب معين من البلاتين، أو مضاعف محدد لطول موجة أحد خطوط الطيف لعنصر الكادميوم، هذه الأقوال تدخل معرفة حقيقية في عقولنا، لأن فكرة الأرقام وفكرة النسب، مألوفتان لعقولنا، وهكذا تحدثنا هذه العبارات عن أشياء جديدة في لغة قابلة للفهم.

تعبر كل نسبة عن علاقة بين شيئين لا نفهم كلا منهما على حدة، كالذهب والماء مثلاً، فعقولنا لا تستطيع أن تخطو خارج سجنها لكي تعلم علم اليقين، ما هو الذهب أو الماء، أو ذرة الهيدروجين أو السنتيمتر

أو الطول الموجي، فهذه الأشياء موجودة في العالم الغامض خارج أعضاء الحس، ونحن على صلة بها عن طريق الرسائل التي تتلقاها منها من خلال نوافذ الحس، هذه الرسائل لا تدلنا على جوهر هذه الأشياء، إلا أن عقولنا تعرف وتفهم النسب التي هي أعداد خالصة، وإن كانت تتعلق بكميات غير مفهومة، وعن طريق هذه النسب التي هي أرقام نستطيع أن نكتسب معرفة حقيقية عن العالم الخارجي.

إن المادة الخام لأي علم لابد أن تتكون من حقائق متجمعة، وقيم النسب التي تحدثنا عنها هي المادة الخام للفيزياء، ولكن مجموعة من الحقائق ليست علمًا أو كمًا لاحظ **بوانكاريه** Poincare فإن كومة من الحجارة ليست منزلاً - فعندما نبدأ في بناء منزلنا أي في ابتكار علم من العلوم، فلابد أولا من أن نوفق بين مجموعة من الحقائق، عندئذ نجد أن عددًا كبيرًا من الحقائق المنفردة يمكن أن نلخصه في عدد أقل من القوانين العامة، وهذا بالفعل هو أعظم وأشمل الحقائق العلمية كما توضح الدراسة التجريبية - فالحجارة تتلاصق وتتشارك بطبيعتها الداخلية كي تشكل منزلا، أو باختصار فإن أفعال الطبيعة تخضع للمنطق، فالمنزل يخضع لتركيب منطقي وليس مجرد كومة من الحجارة، هذا المنزل ستكون له ملامح خاصة معلومة، وبذلك نفهم الأسلوب الذي تجرى عليه الأحداث.

في الطبيعة تكون الأحجار المنفصلة أعدادًا، والنسب التي ذكرناها وملامح المنزل هي علاقات بين مجموعة من الأعداد، هذه العلاقات يسهل حفظها وشرحها إذا وضعناها في صيغ رياضية، هكذا يتركب

منزلنا العلمي من مجموعة من الصيغ الرياضية، وبهذه الطريقة وحدها نعبر عن نمط أحداث الطبيعة.

ولنضرب لذلك مثلا، يجد الفيزيائي أن طيف ذرة الهيدروجين يتكون من الخط هذا الذي ذكرناه سابقا، وأيضا من عدد هائل من خطوط يمكن تمثيلها بـ هـ ب، هـ ج، هـ د،.... إلخ.

والأطوال الموجية لهذه الخطوط أمكن قياسها، ووجد أنه من السهل التعبير عن العلاقة التي تربطها في صيغة رياضية، وهذا بالضبط هو الأسلوب الذي بني عليه منزل الطبيعة العلمي: عدد كبير من الحقائق المنفصلة التي شاهدناها تتجمع في صيغة رياضية واحدة، ومعلوماتنا عن عالم الطبيعة نعبر عنها من خلال مجموعة من مثل هذه الصيغ.

تمثل الطبيعة على هيئة صور:

كان في ذلك صعوبة، هي أن عقولنا لا ترحب بالمعرفة المعبر عنها في قالب رياضي مجرد، فقدراتنا العقلية وصلت إلينا عبر سلسلة من التطور، في كل مرحلة منها لم يكن الاهتمام الأول لأسلافنا هو الفكر في الخطوات النهائية للطبيعة، ولكن الانتصار في صراع الحياة أو كيف تقتل غيرك بدون أن تقتل، ولم يحدث هذا عن طريق التأمل في صيغ رياضية، بل عن طريق التكيف مع الحقائق العملية والمشاكل اليومية المباشرة، ومن يفشل في هذا ينتهي، ونقل إلينا أسلافنا عقولا مهيئة للتعامل مع الحقائق المادية أكثر من المفاهيم المجردة، ومع الخصوصيات أكثر من العموميات، عقولا ترتاح أكثر للتفكير في الجوامد، في السكون والحركة أو في الجذب والدفع

والتأثيرات أكثر منها في محاولة هضم الرموز والصيغ، فالطفل الذي يبدأ في تعلم الجبر لا يتقبل بسهولة س، ص، ع ولكنه يقتنع عندما تخبره أن هذه ما هي إلا مجموعة من التفاح أو الكمثري.

بنفس الطريقة لم يكن الفيزيائيون في جيل سابق مرتاحين ل س، ص، ع التي استخدمت لوصف الأسلوب الذي تجرى عليه أحداث الطبيعة، فدأبوا على تفسير هذه الرموز في لغة الأشياء الملموسة المادية، وحسبوا أنه إذا وجد طراز أو أسلوب ثابت فلابد أن هناك آلة تستمر في العمل على هذا الطراز، وأرادوا أن يفهموا هذه الآلة، وكيف تعمل؟ ولماذا تعمل بهذا الأسلوب بدلا من غيره؟ وكانوا يسلمون أو على الأقل يأملون في إثبات إمكانية تشبيه المكونات النهائية لآلة الطبيعة بأشياء مألوفة لهم مثل، المغزل أو كرات البلياردأو المواد الهلامية أو النحلة اللفافة وفي وقت ما كانوا يطمعون في تركيب نموذج تحتذيه ظواهر الطبيعة، وبذا يمكن التنبؤ بها جميعا.

وفكروا أن مثل هذا النموذج يتفق مع الحقيقة الكامنة خلف الظواهر الطبيعية، ولم يضع أحدهم في اعتباره الموقف الذي قد ينشأ إذا اكتشف نموذجان كل منهما يكرر ظواهر الطبيعة بصورة كاملة.

مثل هذا الموقف لا يخلو من إثارة، فلو اكتشفنا مثل هذين النموذجين الذين يمكن استخدامها في التنبؤ بظواهر الطبيعة، فأي مقياس يصلح للمفاضلة بينهما؟ لو وجدنا أحدهما يفسر ظواهر الطبيعة كلها فإن الآخر قد يتقدم ليقوم بنفس المهمة، أي أنه يجوز لأي نموذج أن يدعي أنه ينوب عن الحقيقة، والنتيجة أنه لا يصح الربط بين أي نموذج وبين الحقيقة.

واليـوم، فإننا لا نمتلك هذا النموذج الكامـل المثالي، بل ونعترف بأنه لا فائدة من البحث عنه، فمن الجائز ألا يكون له معنى مفهوم بالنسبة لنا، لأن الطبيعة لا تمـارس عملها بالطريقة التي يمكن توضيحها لعقولنا عن طريق النماذج والصور.

إذا كنـا نفسر نظامًا معقدًا أو طريقة عمل آلة، فلكي نكون مفهومين لابد أن نتحدث إلى المستمعين بلغـة يفهمونها، وبمصطلحات الأفكار المألوفـة لهم وإلا فلن يكـون لكلامنا معنى، فليس من المستحسـن مثلا أن نقـول - لجماعـة من الهمـج - إن الزمن التفاضـلي للإزاحة الكهربية يسـاوي دوران القـوة المغناطيسـية مضروبة في سرعة الضـوء، وبنفس الطريقة إذا أردنا للطبيعة أن تكون مفهومة لنا فلابد أن يكون ذلك بلغة الأفـكار الموجودة في عقولنا - وإلا أصبحـت مبهمة لا تضيف لمعرفتنا شيئا، ورأينا فيما سبق أن هناك ثلاثة أنواع من الأفكار في عقولنا، أفكار موجـودة في عقولنـا منذ الـولادة، وأفـكار دخلت عقولنـا كمدركات حسـية، وأفـكار تطـورت عن هذه الأفـكار الأولية من خـلال التفكير والاستدلال.

مثـل هذه الأفكار التي بدأت كمدركات حسـية، ودخلت عقولنا عن طريق الحواس الخمس، يمكن أن تصنف على أساس الحاسة التي دخلت منهـا، وعـلى هذا الأسـاس يحتـوي أي عقل عـلى أفكار بصرية وسـمعية ولمسـية... إلخ، إلى جانب أفكار أساسـية كفكرة العـدد والكمية التي قد تكـون موجودة منذ الـولادة أو دخلت عقولنا من خلال حواس متعددة، كـما يحتوى أفـكارًا أكثر تعقيدًا نتجـت عن تركيب وتجميع أفكار بسـيطة

مثل: الجمال الفني أو الكمال الأخلاقي، أو السعادة النهائية أو «كش ملك» أو حرية التجارة وأنه لمن العبث أن نحاول تفهم الطبيعة بدون اللغة الفكرية التي تنتمي لهذه الأنواع. مثلاً، إذا أردنا أن نشرح وظيفة الأوركسترا نستعمل مصطلحات موسيقية مثل طبقة الصوت. وشدته وحدته، ولكن هذا الشرح لن يفهمه رجل ظل طوال حياته أصم لأنه لا يملك أفكارًا سمعية وأيضا لن تتمكن من شرح منظر طبيعي أو لوحة زيتية لرجل كفيف، لأن اللون والإضاءة أفكار بصرية وهذا الرجل لا يملك أيًا منها.

فلا هذه الأفكار المعقدة، ولا غيرها من الأفكار التي دخلت عن طريق السمع والتذوق والشم مثل ذكريات عشاء جيد أو حفلة موسيقية يمكنها أن تساعدنا في تفهم سير الطبيعة الجامدة، ولعل سببا واحد يكفي لهذا هو أن أية من هذه الأفكار ليس له علاقة مباشرة بإدراكنا الحسي للامتداد المكاني، وهو أحد الأساسيات الواجب تفسيرها فليس لدينا إلا الأفكار الرئيسية كالعدد والكمية، والأفكار التي دخلت عقولنا عن طريق حاستي البصر واللمس، ومن بين هاتين الحاستين يمدنا البصر بأفكار أكثر حيوية وأهمية من اللمس لأننا نعرف العالم حولنا بالنظر إليه أكثر من لمسة وإلى جانب العدد والكمية فإن أفكارنا البصرية تشمل الحجم أو الامتداد في المكان، والموضع المكاني والشكل والحركة، والأفكار اللمسية تشمل هذا كله بطريقة أقل حيوية، وتشمل أيضا أفكارًا لمسية خالصة مثل الصلابة والضغط والتصادم والقوة، فإذا أردنا التفسير الطبيعة أن يكون مفهومًا فعلينا أن نعتمد على أفكار من هذا القبيل.

تفسيرات هندسية للطبيعة:

بذلت محاولات متعددة من أجل تفسير الطبيعة اعتمادا على أفكار بصرية فقط، مستخدمة أساسًا فكرتي الشكل - أي الصور الهندسية والحركة. ولنضرب لذلك أمثلة ثلاثة من العصور القديمة والوسطى والحديثة هي:

1- اعتقاد الإغريق بأن الطبيعة تفضل الحركة الدائرية لأن الدائرة هي الشكل الكامل هندسيًا، وهو تفسير ظل رائجًا حتى القرن الخامس عشر الميلادي على غير اعتبار لتناقضه مع الواقع.

2- النظام الذي وضعه ديكارت محاولاً تفسير الطبيعة بلغة الحركة والدوران وهو الآخر يتناقض والواقع.

3- نظرية أينشتاين لنسبية الجاذبية، وهي في صورة هندسية صرفة، وهي على قدر معرفتنا تتفق تماما مع الحقائق.. وسنتناولها بالتفصيل فيما بعد.

وباختصار تخبرنا هذه النظرية أن الجسم المتحرك أو شعاع الضوء يسير في أقصر الخطوط من موضع لآخر، أو بعبارة أخرى يسير تقريبًا في خط مستقيم بمقدار ما تسمح الظروف، مثل هذا الخط يطلق عليه اسم الجيوديسي Geodesic، وهذا الجيوديسي ليس موجودًا في الفضاء المعروف، بل في فضاء مثالي ذي أربعة أبعاد ينتج عن إدماج الزمان والمكان، وهذا الفضاء ليس فقط رباعي الأبعاد بل هو أيضا منحن، وهذا الانحناء هو الذي يمنع الجيوديسي من أن يصير خطة مستقيمة، ولقد

بذلت محاولات متعددة لتفسير الظواهر الكهربية والمغناطيسية بطريقة مماثلة لكنها لم تنجح حتى الآن.

قد يكون وصف هذا الفضاء رباعي الأبعاد بأنه فكرة بصرية موجودة في عقولنا أمرًا بعيد الاحتمال، فلعله مجرد فضاء عادي منحناه قدرًا من التعميم، ولكن في هذه الحالة يكون هذا التعميم خارجًا عما استقر عليه العرف، إن عالم الرياضيات المتمرس قد يستطيع أن يتفهم هذا الفضاء بطريقة جزئية ومبهمة، ولكن من المستحيل على غيره أن يفهم هذا الفضاء على الإطلاق، وإذا لم نسلم بأن عقل الشخص العادي فيه فكرة عن هذا الفضاء المنحنى رباعي الأبعاد، فليس أمامنا إلا الإقرار بأن جانبًا كبيرًا من العالم لا يمكن فهمه بلغة الأفكار البصرية.

وحتى لو وجدنا هذا التفسير الهندسي فإنه لن يقنع عقولنا المعاصرة بما فيه من دقة وكمال، لقد كان العقل الإغريقي يجد تفسيرًا مقنعًا في افتراض أن النجوم أو الكواكب تتحرك في أشكال هندسية كاملة، فقد كان العالم كامل ينتظر فقط من يشرحه، وهنا وجدوا جانبًا من الشرح، أما نحن فعقولنا تفكر بطريقة مخالفة، والتفاؤل قد ترك مكانه للتشاؤم إلى حد لا يسمح بالثقة في هذا الميل للكمال، فإذا قيل إن كوكبا يتحرك في دائرة كاملة أو في شكل جيوديسي أكمل فإننا نتساءل لماذا؟

إن **جيوتو** Giotto عندما رسم دائرته الكاملة (1) لم يكن قلمه مجبرًا على أي نوع من الكمال، وإلا كان ينبغي أن نتمكن جميعًا من رسم دوائر كاملة، ولكن عضلاته كانت تحرك القلم بمهارة فائقة، إننا نريد أن نعرف ما الذي يزود الكواكب بدليلها، وهذا يحوجنا إلى أن نضيف للأفكار البصرية الخالصة ذات الشكل الهندسي أفكارًا لمسية.

التفسيرات الميكانيكية للطبيعة:

التفسيرات التي تأتي بأفكار لمسية: كالقوى والضغوط والشد تكون بطبيعتها ديناميكية أو ميكانيكية، وليس من الغريب أن مثل هذه التفسيرات قد جربت من أيام الإغريق إلى الآن، إن أسلافنا غير المتحضرين اضطروا للتفكير في القوى العضلية أكثر من الدوائر الكاملة والجيوديسيات، ويخبرنا **أفلاطون** أن **أنا كساجوراس** Anaxagoras الفيلسوف رغم أنه يستطيع تفسير الطبيعة على أنها آلة. وفي أزمنة أحدث ظن **نيوتن** Newton و**هوغنس** Huygens وغيرهما أن التفسيرات الوحيدة الممكنة للطبيعة ميكانيكية، وعلى هذا كتب **هوغنس** 1690:

«في الفلسفة الحقيقية يعبر عن أسباب كل الظواهر الطبيعية بمصطلحات ميكانيكية، وفي رأيي أن علينا أن نفعل هذا وإلا لنتخل عن كل أمل في فهم أي شيء في الفيزياء».

وربما كان الإنسان العادي في زماننا يؤمن بآراء مماثلة، وأي تفسير لا يستخدم لغة الميكانيكا سيبدو غير قابل للفهم، كما حدث لـ**نيوتن** و**هوغنس**، لأنه عندما يحرك شيئًا فهو يجذبه أو يدفعه عن طريق عضلاته، ولا يمكنه تصور أن الطبيعة لا تقوم بحركاتها بطريقة مماثلة.

ويقدم نظام **نيوتن** الميكانيكي محاولات لتفسير الطبيعة في لغة ميكانيكية، وقد تدعم على مر الزمن بتصورات ميكانيكية للكهرومغناطيسية قدمها **مكسويل** maxwell، **وفاراداي** Faraday كلها رأت العالم مجموعة من الجسيمات تتحرك بتأثير الدفع والجذب من جانب جسيمات أخرى، هذا الدفع والجذب يماثل ما تفعله عضلاتنا بالأشياء التي نلمسها.

وسوف نتبين ما بعد كيف لحق الفشل بهذا التفسير وبغيره من التفسيرات الميكانيكية، لقد أوضح لنا تقدم العلم بالتفصيل لماذا فشلت وستفشل جميع هذه التفسيرات وسنذكر هنا سببين بسيطين لهذا الفشل.

السبب الأول: تقدمه نظرية النسبية، فجوهر التفسير الميكانيكي أن كل جسيم في أي نظام ميكانيكي محدث دفعًا أو جذبًا حقيقيًا ومحددًا، ولذلك ينبغي أن يكون موضوعيا من حيث قياس كميته أو كيفيته بمعنى أن يظل قياسه ثابتًا مهما اختلفت طريقة القياس، تماما كما تتساوى قراءة ميزان زنبركي «النابض» مع قراءة ميزان ذي صنج «كفتين» لثقل معين، ولكن نظرية النسبية تظهر أن الحركة إذا أخذت في الاعتبار مع القوة، فسيختلف تقدير هذه القوة كميًا وكيفيًا باختلاف سرعة الراصدين الذين يقيسونها، وكل من هذه القياسات المختلفة له الحق في أن يعتبر صحيحة تمامًا، وهكذا لا تعتبر القوى المفترضة موضوعية، وإنما هي تركيبات عقلية نصنعها لأنفسنا في محاولتنا لتفهم عمل الطبيعة وسنرى نماذج أوضح على هذا فيما بعد.

والسبب الثاني: تقدمه **نظرية الكم**، فالتفسير الميكانيكي يتضمن أن جسيمات الكون تتحرك في المكان والزمان، وأن حركتها محكومة بعوامل تتحرك أيضا في المكان والزمان، ولكن **نظرية الكم** أوضح أن الأنشطة الأساسية للطبيعة لا يمكن تمثيلها على أنها تقع في المكان والزمان، فهذه الأنشطة ليست ميكانيكية بالمفهوم العادي للكلمة.

على أية حال فليس هناك تفسير ميكانيكي مقنع أو نهائي، وحتى لو فرضنا أن النسق الذي تجرى عليه أحداث الطبيعة يمكن تفسيره على

أساس أن المادة تتكون من ذرات كرية صلبة، وأن كلا منها أشبه بكرة بليارد صغيرة، فسيبدو هذا التفسير الميكانيكي لأول وهلة متكاملاً، ولكننا سرعان ما سنجد أنه أدخلنا في حلقة مفرغة، فهو يفسر كرات البليارد على أنها ذرات، ثم يعود فيفسر الذرات على أنها مثل كرات البليارد، وفي النهاية لا نكون تقدمنا خطوة نحو فهم كرات البليارد أو الذرات، وكل التفسيرات الميكانيكية عرضة لانتقادات مشابهة فهي كلها من نوع «أ مثل ب وب مثل أ»، ونحن لن نضيف شيئا عندما نقول إن آلة الطبيعة تعمل مثل عضلاتنا إذا لم تفسر كيف تعمل عضلاتنا، وها نحن نصل إلى أن عقولنا لا تقتنع بغير تفسير ميكانيكي، وأن هذا التفسير الميكانيكي لا قيمة له، وفي النهاية نجد أننا لن نفهم الجوهر الصادق للحقيقة.

الوصف الرياضي للطبيعة:

بين تقدم العلم أن تمثل الطبيعة في شكل مصور يمكن أن تتفهمه عقولنا المحدودة أمر مستحيل، لقد عادت بنا الدراسة إلى المفهوم الوضعي للفيزياء، فإذا كنا لا نفهم أحداث الطبيعة فلنقنع بوصف النمط الذي تسير عليه في مصطلحات رياضية، ولن يكون لنا هدف آخر إلى أن تمتلك حواسة أخرى أكثر مما لدينا، وقد يختلف مجال علماء الفيزياء في سعيهم لفهم الطبيعة، فيكون أحدهم بمهد التربة والثاني يبذر والثالث يحصد ولكن في النهاية فالمحصول دائمًا مجموعة من الصيغ الرياضية التي لن نصف الطبيعة نفسها ولكن مشاهداتنا لها، والدراسة لا يمكنها أن تضعنا على صلة مباشرة بالحقيقة، لأننا لن نغوص خلال الانطباعات التي تطبعها الحقيقة على عقولنا.

برغم أنه ليس في استطاعتنا أن ننشئ تمثلاً مصورًا يكون صادقًا مع الطبيعة ومفهومًا لعقولنا في آن واحد، إلا أن هذه التمثلات أو الأمثلة قد تجعل بعض جوانب الحقيقة قابلة للفهم، والحقيقة الكاملة لا تسمح بتمثلات مستساغة الفهم، ولهذا فكل تمثل أو مثال محكوم عليه بالفشل على نحو ما، كان علماء الفيزياء في الجيل الماضي عاكفين على وضع التمثلات المصورة والأمثلة، وتكرر وقوعهم في خطأ معاملة أنصاف الحقائق هذه على أنها حقائق كاملة، ولم يلاحظوا أن كل التفاصيل المجسمة لهذه الصورة بما فيها من أثير حامل للضوء وقوى كهربية ومغناطيسية وذرات والكترونات إنما هي رداء ألبسوه لرموزهم الرياضية، وأنه لا مكان لها في عالم الحقيقة بل في الأمثلة التي حاولوا بها تفهم الحقيقة، فمثلا عندما افترضوا بالملاحظة أن الضوء له طبيعة الموجات، اعتادوا أن يصفوه على أنه تموجات في وسط صلب متجانس من الأثير الذي يملأ كل الفضاء، والحقيقة المؤكدة الوحيدة في ذلك الوصف هي في كلمة وتموجات،، وحتى هذه الكلمة لابد أن تفهم بمعناها الرياضي الضيق والباقي كله إسهاب في الوصف أدخلناه لنساعد به عقولنا المحدودة، لقد نقل عن **كرونيكر** أنه قال:

> «**في الحساب خلق الله الأعداد والباقي من صنع الإنسان**» وعلى نفس المنوال نقول إنه في الفيزياء خلق الله الرياضيات والباقي من صنع الإنسان.

خلاصة ما سبق أن علم الفيزياء يسعى إلى كشف نمط الأحداث التي تتحكم في الظواهر التي نشاهدها، ولكننا لن نعرف أبدًا ما يعنيه

هذا النمط؟ أو كيف نشأ؟ وحتى إذا دلنا عليه من هو أذكى منا فسيكون التفسير عسيرًا على الفهم، إن دراساتنا لا تضعنا أبدًا أمام الحقيقة، ولا مفر من أن يظل معناها الصادق وجوهرها محجوبين عنا إلى الأبد.

ما هي الفلسفة؟

كانت هذه هي الفيزياء، أما الفلسفة فإن الحديث عن تعريفها أصعب وبرغم أن غالبية الفلاسفة كان لهم نظراتهم الخاصة والمختلفة في ذلك، لم يتوسع إلا قلة منهم في البحث عن تعريف لها. عرفها **هوبز** (1679 - 1588) بأنها:

«**معرفة النتائج من أسبابها، والأسباب من نتائجها**» وبعبارة أخرى فالفيلسوف يختلف عن عالم الفيزياء في أنه يحاول الكشف عن نمط الأحداث في العالم على نطاق واسع ليس في الطبيعة الجامدة وحدها، وكان لهيجل رأي آخر، فقد عرف الفلسفة على أنها: «die den kende Betrachtung der Gegenstande» أو دراسة المواضيع بالفكر والتأمل، - وهذا يوحي بعلاقة - وإن كانت مختلفة بالعلم الذي يدرس المواضيع بالتجربة والاستقصاء المباشر، وعلى حين أن العالم يشتغل في معمله أو حقله أو في السماء المضيئة بالنجوم، فإن معمل الفيلسوف هو مخه، وأيا كان الأسلوب الذي نعرف به كلاً من العلم والفلسفة فإنها متجاوران، وحيث ينتهي العلم تبدأ الفلسفة، وكما أن للعلم أقسامًا كثيرة فكذلك للفلسفة، وعلى جانبي الحد الفاصل بين العلم والفلسفة نجد أن قسم الفيزياء يقابله قسم الميتافيزيقا، والفاصل هنا محدد بوضوح إذا أخذنا

برأي الوضعية المنطقية في الفيزياء فعندها لابد أن نتفق مع **كونت** على أن مهمة الفيزياء هي الكشف عن الحقائق وصياغتها، أما التفسير والمناقشة فمن شأن الفلسفة ولكن في إمكان الفيزيائي أن يحذر الفيلسوف مسبقًا كي لا يتوقع أي تفسير قابل للفهم عن أنشطة الطبيعة.

على ضوء هذا التجاور بين العلم والفلسفة لا نستغرب أن كثيرا من الفلاسفة كانوا علماء الفيزياء في نفس الوقت منذ بداية التاريخ الملون حتى نهاية القرن. السابع عشر، فالأسماء الرنانة في الفلسفة، مثل **طاليس** و**أبيقور** و**هرقليطس** و**أرسطو** و**ديكارت** وليبنتز **كانت** أسماء كبيرة في العلم أيضًا.

وسيكون من المستحيل أن نفهم العلاقة الحقيقية بين الفيزياء والفلسفة قبل أن نلقي لمحة على بعض الأشكال التي اتخذتها الفلسفة على مجرى تاريخها الطويل، وليست هذه محاولة للإحاطة بالتاريخ العام للفلسفة فهو أمر خارج عن نطاق كتابنا، ولكن فلنحاول أن نتبع علامات بارزة في هذا التاريخ.

الفلسفة القديمة:

تكاد الفلسفة الأوربية القديمة تكون كلها إغريقية، وبالنسبة للإغريق كانت الفلسفة تعني ببساطة ما يدل عليه اسمها «حب الحكمة» ولكن فكرة الحكمة عندهم لم تكن مماثلة لفكرتنا، فقد كانت حكمتهم مبنية على النظر والتخمين والتأمل أكثر منها على المعرفة الأكيدة أو الحقائق الثابتة فتلك كانت بعيدة عن تقبلهم، وباختصار كانت الحكمة عندهم أبعد عن

الأسلوب العلمي من حكمتنا، ومع ذلك ظلت على صلة بالعلم فقد احتوت على قدر من المعرفة الحقيقية عن الرياضيات والفيزياء والفلك، بالإضافة إلى اهتمام كبير بالتأمل في علوم الكون، وفي التركيب الأساسي للعالم وفي القوانين التي تحكم نظام الأحداث.

ولكن الفلسفة عند الإغريق كانت أكثر اهتمامًا بفن تسيير الحياة العامة والخاصة، مفضلة أن تناقش مواضيع مثل: غاية ومعنى الحياة، والمبادئ الخلقية للتصرف، وأجدى السبل لتنظيم المجتمع البشرى وأفضل الأشكال للحكومة، وللتعليم... إلخ، إلى جانب مواضيع أخرى أقرب إلى التجريد.

وهي أيضا قريبة من ذلك مثل معنى العدالة والحقيقة والجمال، وعلى العموم كان الفيلسوف هو الذي ينظر إلى ما وراء الحياة اليومية الرتيبة، والذي يشق طريقه في الحياة منتفعًا بالحكمة التي تجمعت لدى الجنس البشري، والتي كانت قليلا من المعرفة المختلطة بكثير من الاستنتاجات النظرية توصل إليها عن طريق التأمل والاستدلال المجرد والمناقشة.

فلسفة العصور الوسطى:

ثم أتت العصور المظلمة التي خبا فيها الضوء الباهر للثقافة الإغريقية، وفي تلك الفترة ظهرت المسيحية وغزت جزءًا كبيرًا من العالم، مدخلة أنماطا أخلاقية جديدة، وشكلت آراء الإنسان حول معنى وغاية الحياة، وبهذا الدور سيطرت على جانب كبير من اختصاص الفلسفة، فأنت بحلول لمشاكل كانت محلاً للنقاش الفلسفي، واعتبرت هذه الحلول

منزهة ومعصومة من الخطأ، فإن تصريف الحياة لا ينبغي البحث عن سبيله في دراسة الفلسفة أو تدريب العقل بل في تعاليم الدين..

وإذا كانت الفلسفة قد حافظت على أي وجود في تلك الفترة فقد كان ذلك من خلال الكنيسة التي حاولت تطعيم العقائد الدينية على المبادئ القديمة للفلسفة الإغريقية، وكانت دراستها مقتصرة على رجال الدين وعلى الأخص الرهبان، ولغتها هي اللاتينية لغة الكنيسة برغم أنها لم تكن من اللغات الحية.

كانت الفلسفة الإغريقية معنية أساسا بمشاكل المواطنة والأخلاق والبحث عن الخير والجمال، على حين كانت الفلسفة الوسيطة نهتم بدقائق وفتاوى العقيدة الدينية، وكانت الفلسفة الإغريقية تحاول أن تتقدم عن طريق الفكر والتأمل المحكوم، على حين كانت فلسفة العصور الوسطى تحاول ذلك عن طريق أساليب عقيمة من القياس والمماحكات المنطقية.

كانت الفلسفة الإغريقية تسعى نحو الارتقاء إلى ما هو أفضل، على حين ظلت الفلسفة الوسيطة تحاول أن تغرس تقبلاً لا يناقش للسلطة القائمة واستسلامًا للنظام الذي لا يتغير، ولم تعد كلمة السر هي (excelsior) أي الأفضل بل «Semper eadem»، أي على نفس النمط.

وإن كان العلم قد بقي له بعد كل ذلك وجود، فقد كان علمًا ربط نفسه كما تعلم ببحث عقيم عن حجر الفلاسفة وإكسير الحياة وبالسيماء والتنجيم، والسحر والفنون السوداء، كان علمًا ذا أهداف نفعية لا قيمة لها.

فلسفة عصر النهضة:

في منتصف القرن الخامس عشر، لاحت بوادر ضوء جديد، فقد أفسحت ظلمة العصور المقبضة مكانها الفجر جديد من النشاط العقلي والروحي، وفي المائة والخمسين عامًا الأولى من هذا العصر الجديد انصب الاهتمام على الإنسانيات فقد أتى الإلهام من الآداب الكلاسيكية، وبحلول القرن السابع عشر بدأ اهتمام علمي جديد يظهر، متخذًا نمطًا فكريًا أبعد عن النفعية وبدأ بهذا إرساء دعائم العلم الحديث.

وبدأ الاهتمام بالفلك، كانوا في العصور الوسطى يحسبون أن الكون عبارة عن أرض مركزية الجحيم من تحتها والسماء من فوقها، حيث يجلس الإله على عرشه من فوق القدس إلى أبد الآبدين.. على حين يدور الشمس والقمر والنجوم من حول كرة الفلك السماوية التي تدفعها الملائكة باستمرار حول الأرض وكل شيء مصمم خصيصا ليوفر أكبر قدر من الراحة لسكان الأرض، ثم ذهبت كتابات **كوبرنيكوس** وأفكار **برونو** ومشاهدات **جاليليو** بهذا العالم إلى غير رجعة، وبدأ عالم آخر يبني مؤسسًا على فلك **جاليليو** Galileo و**كيبلر** Kepler و**نيوتن**.

وسرعان ما مرت الفيزياء بتغير مشابه، أصبح الآلهة والآليات الوثنية نسيًا منسيا، ولم يعد هناك مجال لاعتبار الطبيعة مجموعة من الشخصيات الحية تتعامل مع بعضها وتتدخل في أحوال البشر وفق نزواتها، فقد بدأ الإنسان يتساءل عن الطبيعة: ما هي؟ وكيف تعمل؟ وجاء وقت صورت فيه كآلة هائلة من تروس وقضبان وأذرع لا يزيد أحد أجزائها عن ناقل الحركة التي يتلقاها من الأجزاء الأخرى منتظرة نبضة جديدة ليعاود الحركة.

أدخل هذا تبسيطًا جميلاً على الطبيعة غير الحية، لكنه في الوقت نفسه هدد بإقحام تبسيط غير مستساغ في الحياة البشرية، فمن خلال هذه النظرة للطبيعة نمت فلسفة مادية على يد هوبز كمدافع رئيسي عنها، رأت أن العالم بأكمله يتركب من مادة وحركة، وأن المادة هي الحقيقة الوحيدة، وأن كل الحوادث من أي نوع لا تخرج عن كونها حركة للأداة، والإنسان ما هو إلا حيوان ذو جسم مادي، تنتج أفكاره وعواطفه على حد سواء من الحركة الميكانيكية لذرات جسمه.

فإن صح أن عالم الذرات يعمل وكأنه آلة مجبرة على نظام محتوم، فسيهبط الجنس البشري كله إلى مرتبة تروس الآلات، فلا قدرة لإنسان على المبادرة وغاية ما يستطيعه هو توصيل الحركة، ومحاولة دفع إنسان ليكون على خلق أو ذا نفع بشبه توجيه النصح للساعة كي تسير بدقة، فحتى لو كان للساعة عقل فإنها لا تسير بمشيئة عقلها بل تبعًا لوزنها ووجهة بندولها، ونحن إذن لا نختار طريقنا بل هو منتقى لنا تبعًا لنظام الذرات في أجسامنا، وما الحرية المتخيلة لإرادتنا إلا وهم كبير.

ومع ذلك فهذه الحرية الموهومة للإرادة هي التي بني عليها الإنسان نظامه الأخلاقي وهي وحدها التي تعطي معنى لأفكاره عن الصواب والخطأ وعن الغاية والمسئولية الأخلاقية، وهي حجر الزاوية في الأديان التي تبلور أنبل تطلعاته وعواطفه، عليها بنى آماله في الجنة ومخاوفه من النار، وبرغم التجارب التي يعانيها في العالم، فإن رؤيا المكافأة السخية التي تنتظره في العالم الآخر بعثت فيه العزاء والسلوى، هذه المكافأة تعوضه ألف مرة عن الكفاح الذي خاضه بإرادته، اللهم إلا إذا جارى

دانتي الذي واسى نفسه بتصوير العذاب الذي ينتظر أعداءه، ولكن إذا كان البشر لا يزيدون على دفع وجذب بين الذرات، فإن هذا كله يصبح عبثًا، وبغير جدوى إذن كان تحمله للجوع وجراح الجسد، وتركه للذات البشر المألوفة وأي فضل له على المتهالك على المتع والشهوات؟

لم يسبق لسلسلة من الأفكار أن مست اهتمام البشر وحياتهم اليومية بهذا القرب، فهي تعرض المسألة أهمية الإنسان في النظام العام للكون، ويحق لنا أن نتوقع لها صدى واضطرابا يقارن بنتائج اكتشافات كوبرنيكوس وداروين، وكان هناك بالفعل من أظهر اهتمامًا عظيمًا بالمبدأ الجديد حتى أن بنتلي رئيس كلية ترينيتي بكامبريدج كتب يقول: «إن الحانات والمقاهي بل وقاعة وستمنستر والكنائس كانت تتناقش في هذا الرأي» وأبدى ملاحظته بأن 99 % من الإنجليز غير المؤمنين كانوا من أتباع هوبز.

إلا أن الإنسان العادي المؤمن، لم يعط أهمية للمبدأ الجديد، لأنه من ناحية لم يكن مهيأً لمواجهة مضمونه الديني، ولأنه لم يخاطب الإدراك السليم عنده، كان واضحًا تمامًا في عقله أن إرادته حرة، حتى لو قادت المجادلات المبهمة إلى عكس ذلك، كان يعني أنه حر الاختيار في كل لحظة من لحظات حياته، وحتى لو كان مخطئًا في ذلك فالعالم من حوله يدل على أنه عالم ذو أنشطة لها غايات، ألا يسعى المرء ويدرك النجاح، لقد رأى في نسيج الحضارة المعقد المتشابك سجلاً شاهدًا على إنجاز تحققه عقول مصممة تسعى من أجل غايات مختارة، وليس ذرات تدفعها وجذبها قوي عمياء عابثة.

لقد أعادت المذاهب العلمية الجديدة أفكارًا قديمة، كانت تشكل جانبًا كبيرًا من حصيلة الفلسفة واللاهوت، عادت في لغة أكثر تحديدًا،

رأينا كيف فسر **أناكسا جوراس** العالم على أنه آلة يتحرك كل جزء منها حسبما يوجهه جزء آخر، ومن بعده اعتقد **سينيكا** Seneca أن الله وقدر كل الأشياء وفق قانون جبار للقدر خلقه ويخضع له بنفسه، وبعد ذلك بخمسة عشر قرنًا اجتمع رؤساء الأساقفة، والأساقفة وكهنة الكنيسة الإنجليكية في لندن 1562 وأقروا أفكارًا مماثلة ضمنوها في (البنود الدينية) بل أمروا بطبعها في كل كتب الصلوات، وبعد ذلك بثمانين عامًا. جاء **ديكارت** الذي حرص على تجنب كل ما يخالف العقيدة القويمة للمسيحية وكتب يقول: (من المؤكد أن الله قدر الأشياء كلها سلفًا وأن مقدرة الإرادة تكمن في أننا نتصرف على غير وعي منا بأننا مجبرون على تصرف معين نمليه علينا قوة خارجية).

وبعبارة أخرى فالآلة الهائلة تسلك سبيلها المقدر سلفا، أما نحن التروس الصغيرة فيجبرون بدون فهم على الاندماج في حركتها، وهو نفس ما كان العلم يوشك أن يقوله حول نفس الموضوع.

الدين والعلم

برغم أن نتائج العلم التقت مع التعاليم اللاهوتية حول مسألة الجبر وحرية الإرادة، فإنها لم تتفق على الإطلاق مع التعليم الديني البسيط، فالواعظ البسيط لا يخاطب جماهيره الساذجة بأن الله قد قدر مسبقًا كل الأشياء بل يحثهم على أن يحاولوا تحقيق ما يخضع لإرادتهم، وأن يناضلوا من أجل الفضيلة والاستقامة، وباختصار أن يسعوا نحو ما اعتبرته والبنود الدينية، أمرا مستحيلاً، هذا الواعظ لا يقول لهم إنهم

عاجزون عن الاختيار، بل إن حياة خالدة من النعيم أو العذاب تتوقف على اختيارهم.

قد يقبل رجل الشارع أن يضع نفسه وأفكاره بغير تحفظ في أيدي أئمته الروحيين، ولكن هناك من يرى أن قضية حرية الإرادة قابلة للبحث، وأن مهمة الفلسفة أن تقرر ذلك، ومع ذلك فإن حكم الفلسفة يبدو وكأنه من النتائج المحتومة للجبرية، ويقال إن فلسفة المرء محكومة بشخصيته أو في عبارة **فخته** Fichte:

«أخبرني عن نوع الرجل وأنا أدلك على الفلسفة التي يختارها».

وإن تاريخ الفكر الإنساني ليزودنا بما يؤكد صدق هذه الملاحظة كما قال الأستاذ فرانك لويد رايت Frank Lloyd Wright:

«ما كان ينبغي لغير يهودي منبوذ في القرن السابع عشر مثل **سبينوزا** أن ينتزع الجانب الميكانيكي من فلسفة **ديكارت** و**هوبز** ويعطيه تفسيرًا روحيًا يهيئ لروحه المعذبة السلام والسكينة، وما كان لغير المحبين المتحمسين للحياة النشيطة من أمثال ليبنتز و**فخته** أن يجدو موضعًا لتفاؤل مفرط في التطلع إلى حياة خالدة ذات نشاط لا يتوقف، ومن سوى **شوبنهاور** الحب العصبي الأناني للنجاح، الذي لا يميل للعمل من أجله، من سواه يمكنه أن يرى في ذلك التطلع مبررة الفلسفة مفرطة في التشاؤم وإنكار العالم، إن فلسفة كل مفكر عظيم هي أهم ما في سيرته» ونستطيع نحن أن نضيف بكل ثقة أن سيرة كل مفكر عظيم هي أهم ما في فلسفته.

عندما ننظر في غالبية كبار المفكرين لتلك الفترة نجد لهم سيرًا متشابهة فقد عاشوا في عصر متدين جدًا كان الجادون فيه يتعلمون لكي يعيشوا كمسيحيين مخلصين، وعلى هذا فمعظم فلاسفة ذلك العصر برغم ظهورهم كباحثين موضوعيين عن الحقيقة بعيدين عن الهوى مقتفيين لطريق العقل إلى حيث يقودهم، برغم ذلك كله كانوا مقتنعين تمامًا في عقولهم أن رحلاتهم لن تنتهي إلا بتثبيت مؤزر للعقيدة المسيحية، وبتفنيد للشكوك التي يثيرها العلم، وأبا كان اقتناعهم الشخصي فإن العواطف الدينية القوية والسلطات الدينية المسيطرة دفعت بهم إلى التوصل لاستنتاجات تتفق مع تعاليم الكنيسة، ومن توصل لغير ذلك عرض نفسه للخطر مثلما حدث **لجوراندو برونو وجاليليو**، زد على ذلك أنه كان عصرًا لا يعد الصدق مع النفس من ضمن الفضائل، وليس هذا إدانة للعصر فلعلنا نحن الذين نبالغ في تقدير صدق المرء مع نفسه ولابد أن الإنسان المتفتح العقل سوف يجد أفكاره تتغير باستمرار تحت ضغط التجارب الجديدة، فلو أنه رأى إمكانية وجود حلين لمشكلة واحدة في وقت واحد ورأى أنها لا يتوافقان مما، فليس هناك مبرر لعدم ترتيب الحجج المؤيدة لكل منهما لأنه سيقوم بذلك خيرة من شخصين معًا لا يمكن لأحدهما إلا أن يرى جانبًا واحدا من المسألة وعلى أية حال فحتى أجرأ المفكرين في ذلك العصر الذي نتناوله لم يجدوا حرجًا في اقتراح مبادئ متناقضة تمامًا، بل كان هناك مبدأ مقبول عن (الحقيقة ذات الوجهين)، يزعم نوعًا من نسبية الحقيقة، فالنتيجة التي قد تصدق في الفلسفة ربما عدها اللاهوت زائفة والعكس بالعكس.

مثل هذه الاعتبارات أثرت في اتجاهات الفلاسفة بقصد أو بدون قصد بل إن منهم من أقر بغايته النهائية، فنجد **كانت** Kant في كتابه «نقد العقل الخالص» Critique of Pure Reason يؤكد أن:

«علم الميتافيزيا له - كموضوع لمباحثه المناسبة - ثلاث أفكار كبرى هي **الله وحرية الإرادة، والخلود**، وهو يهدف إلى توضيح أن المفهوم الثاني - مرتبط بالأول - لابد أن يؤدي إلى الثالث كنتيجة حتمية، وكل الموضوعات الأخرى التي يشغل بها نفسه إن هي إلا وسائل للتوصل إلى هذه الأفكار والتحقق منها».

وفي مقدمة نفس الكتاب شرح **كانت** كيف اضطر لتنحية المعرفة ليحل العقيدة محلها.

«لا يمكنني حتى أن أضع مسلمات الله والحرية والخلود - كما تتطلبها المصالح العملية الأخلاق - إن لم أحرم العقل النظري من ميله نحو التبصر المتسامي».

في مثل هذه العبارات جعلت الفلسفة نفسها تابعة للاهوت، لقد أفاقت الفلسفة من سباتها الطويل في العصور الوسطى، لتجد نفسها مقيدة بمهمة خاصة فمثلاً كانت مهمة الفلسفة في العصور الوسطى أن تزيل أي صدام بين الفلسفة والدين، كذلك وجدت فلسفة عصر النهضة أنها ملزمة بتجنب أي صدام بين العلم والدين.

ديكارت Descartes:

وأول فلاسفة تلك الفترة هو **ديكارت** 1596 - 1650 الذي تجاوز ما سبق أن قاله حول الجبرية، وأراد قبل أي اعتبار آخر أن يحتفظ للإنسان

بحريـة الإرادة في مواجهـة الاعتبارات العلمية التي تلغيها، لقد تصور أن صلـب الموضـوع بأكمله يكمن في افتراض أن المـخ يتكون من مادة عادية فإن أمكنه أن يفند هذا الفرض فسيصبح العلم عديم الضرر.

وعندما كتب كعالم في الفسيولوجيا ممن أن المخ يتكون من سائل سماه **الأرواح الحيوانية** animal spirits وهو ليس عقلاً ولا مادة بل هو وسـط بـين الاثنين فالعقل يؤثر فيه إلى درجـة تغيير اتجاه حركته وليس مقدارها، لأن **ديـكارت** اعتقـد أن مقدار الحركة لأي نظام مـادي يجب أن يظل ثابتًا وهـذا السـائل يؤثر بـدوره على المـادة واعترض **لايبنتس** على هـذا بأنه لا يكفـي أن يبقى المقـدار الكلي للحركـة ثابتًا، بل أيضا كميتهـا في كل اتجاه منفصـل في الفضـاء، وأن أي تغيـير في اتجاهات الحركـة (للقوى الحيوية) وسيغير بكل وضوح كميات الحركة في تلك الاتجاهات المنفصلة.

عـلى أيـة حـال، فعندما كتب **ديـكارت** بصفتـه فيلسـوفًا ومدافعًا عن المسـيحية، فقـد أكد عـلى أن العقل من طبيعـة مختلفة تماما عـن المادة، ولا يمكنه أن يتصل بها، وأن لها وظيفتين مختلفتين، فعلى العقل أن يفكر وعلى المـادة أن تمـلأ الفراغ، والاثنـان منفصلان تمامًا بحيـث لا يؤثر أحدهما في الآخـر ولـو بدرجة ضئيلـة، وبهـذه الطريقـة تحـررت الإرادة ولكن على حسـاب خلق مشكلة جديدة قدر لها أن تسـيطر على الفلسفة لعدة أجيال لأنـه إذا كانـت إرادتي ليـس لها صلـة من أي نـوع بمادة جسـمي، فكيف يمكنها أن ترغم جسمي على الاستدارة يمينا أو شمالاً كيفما شاءت؟.

تـرك **ديكارت** هذه المشـكلة بغـير حل، ولكـن بعضًا مـن أتباعه مثل **مالبرانش** Malebranche **وجولينكس** Geulinex **ومرسين** Mesrsenne

ممـن يعرفون الآن بالفلاسـفة العرضيين حلوا المشـكلة بما يريحهم، وذلك بأن فرضوا أن رغبات عقولنا ما هي إلا أسباب عرضية أو اتفاقية لحركات أجسـامنا، أما السـبب الحقيقـي أو النهائي أو «الفعال» فهـو الله، والعقل والمادة لا يتفاعلان مباشرة، بل هما يسـلكان مسـارات متوازية لا تتقاطع مع بعضها، والاله الخير قد هيأ الأشياء بحيث تتوافق أنشطة العقل والمادة وتنسجم تماما مع بعضها، وبحيث تسير في خطوات متوازية فيبدو أحدها وكأنه يؤثر في الآخر من غير أن محدث ذلك فعلاً.

ولـو أن هؤلاء الفلاسـفة عاشـوا في عصرنـا السـينمائي، لضربوا مثلاً بصناعـة الأفـلام السـينمائية، حيث ترتـب الأصوات والحـركات بحيث تظهـر على الشاشـة متزامنة ومنسـجمة طـوال العرض السـينمائي، فنرى جنديًـا يتحـرك بسرعـة امتثـالاً للأوامـر، وتبـدو حركته كنتيجـة منطقية مباشرة الأوامر وإن كانت لا تعدو أن تكون نتيجة لاتفاق سبق إعداده.

لايبنتس Leibniz:

واتبع **لايبنتـس** (1646 -1716) نفس الطريق فوصف مبدأ **ديكارت** حول تميز العقل والمادة بأنه «حجرة الانتظار المفضية إلى الحقيقة» ولكنه لا يزيد على حجرة للانتظار.

لقد سبق **لجوردانو برونو** أن افترض تكون العالم من عدد من الوحدات التي لا تنقسـم، وأطلق عليها اسـم «المونادات» Monads وهي في طبيعتها روحيـة ومادية في آن واحد، وكل انسـان وكل كائن حي لا يخرج عن كونه احدى المونادات وهذه المونادات متميزة ومختلفة ولا تنحل إلى شيء ابسط.

افترض **لايبنتس** هو الآخر أن العالم يتكون من عدد هائل من الوحدات البسيطة التي سماها مونادات، وإن كنا لا نعرف هل استعار التسمية من برونو أولاً، هذه المونادات كما يقول، هي الذرات الحقيقية للكون، والمكونات النهائية لكل شيء وهي لا تملك شكلاً ولا حجمًا ولا قابلية للانقسام، ومثلاً برهن **أفلاطون** في محاورة (**فيدون**) على أن التحلل والفساد يتعلقان بالأشياء المركبة والقابلة للانقسام فقط، فعلى نفس النحو تكون بساطة المونادات مانعة لها من التحلل والفساد، ولهذا فهي بالضرورة أبدية وخالدة، ونفس كل إنسان هي موناده واحدة، وجسمه مجموعة من المونادات مختلفة الأنواع، وكل الجواهر من طبيعة القوة وتتكون من مراكز منفردة من القوة، التي يجب أن تكون مونادات، قصد **لايبنتس** هنا بالقوة force الطاقة energy او vis viva.

وتقليدًا للفكرة التي لدينا عن النفوس، فلابد أن تحتوي المونادات على قدر من الشعور والشهوة، فهذه المونادات روحية في طبيعتها، وكما كتب لابينتز تمثل أدنى المونادات الحيوانات في نشوئها، والمونادات الأرق لها إدراك حسي أوضح وقد منحت موهبة الذاكرة، على حين أن الإله هو أسمى المونادات على الإطلاق، ومادامت كل المونادات روحية في طبيعتها فلا يمكن للأداة أن يكون لها وجود حقيقي، ويأتي الوهم من رؤية المونادات بطريقة خاطئة.

وهذه المونادات ليس لها نوافذ على العالم الخارجي، تسمح لأي شيء أن يدخل إليها أو يخرج منها بحيث تحيا كل موناده حياة منعزلة تمامًا، غير متأثرة بغيرها من المونادات، وكل تغير فيها محكوم ومحدد بحالتها

الداخلية فقط وهي لا يمكن أن توجد بغير أن يخلقها الله، ولا أن تنعدم بغير أن يفنيها الله، ومع ذلك فالله يحفظ كل المونادات في درجاتها عبر سلسلة من المسارات المتوازية.

ويسمى ليتر هذا «بنظام التناسق الازلي» ووفق هذا النظام تتصرف الأجسام كما لو كانت النفوس غير موجودة، وتتصرف النفوس كما لو كانت الأجسام غير موجودة، والاثنان يتصرفان وكأن أحدهما يؤثر في الآخر.

شرح ليبتز ذلك مقارنة النفس والجسد (أو العقل والمادة كما يحلو لنا حاليًا) بساعتين تشيران إلى نفس الوقت، وهي مقارنة استخدمها الفلاسفة العرضيون من قبله، فهناك ثلاث وسائل يمكن عن طريقها ضبط ساعتين كي تشيرا إلى نفس الوقت.

الوسيلة الأولى: أن نجعلها على اتصال وثيق من الناحية الفيزيائية، بحيث تنقل كل منها ذبذباتها إلى الأخرى، وبحيث تقدمان كوحدة واحدة، ونلاحظ هنا أن **لايبنتس** يستعين بالتجارب العلمية المعاصرة له التي أجراها **هوغنس**، ومع ذلك فهذا الحل الذي تقدمه الفلسفة العادية لابد من رفضه، لأنه في اعتقاد **لايبنتس** لا يمكن تصور أن ينتقل أي شيء بين العقل والمادة.

والوسيلة الثانية: أن يكون هناك صانع ساعات يواظب على التوفيق بينهما، وهو ما يرفضه **لايبنتس** لأنه يستدعى تدخلاً مستمرًا من الله يضبط الآلات من أجل «شيء طبيعي وعادي».

والوسيلة الثالثة المتبقية هي: أن تصمم الساعتان منذ البداية على درجة من الكمال تجعلها متفقتين في كل الأوقات.

هذه الوسيلة الثالثة هي نظام التناسق الأزلي، ففي البدء خلق الله العقل والمادة بطريقة معينة، بحيث يخضع كل منهما لقوانينه الخاصة، وفي نفس الوقت يسيران بتوافق كامل كما لو كان الله يتدخل دائما لضبطها.

وعندما نستخدم مثال **لايبنتس**، نقول إننا بقدراتنا الضئيلة قد نصنع منبهًا، ونضبطه بحيث يدق جرسًا في الساعة التي نريدها، فمن الأولى لصانع عظيم في قدرة الله أن يمكنه خلق جسد قيصر، وأن يرتب ذراته مسبقًا بحيث تذهب إلى مجلس الشيوخ في منتصف مارس Ides af March، في ساعة معينة، لتقول كلمات معينة، وهذا الصانع العظم يمكنه أيضا أن يخلق روح قيصر بالطريقة التي تجعلها تمارس انفعالات معينة على نمط سبق تقديره، وفي لحظات سبق تقديرها، ويمكنه أيضا وفق مشيته أن يقدر لانفعالات روح قيصر أن تتوافق وتتزامن مع حركات جسد قيصر، وفي رأي **لايبنتس** أن هذا ما شاءه الله فعلا.

عند ذلك نجد أنفسنا قد عدنا إلى نقطة البداية، فإن **ديكارت** المتعطش إلى تأكيد حرية الإرادة قسم الكون إلى مكونين هما العقل والمادة اللذان لا يتفاعلان معًا، وهنا برزت مشكلة هي كيف يمكن للعقل والمادة أن يسيرا في خطوة واحدة بدون أن يتبادلان التأثير؟ لتفسير ذلك اضطر **لايبنتس** أن يفترض أن أيا منها ليست له حرية أكثر من الآلة، فالآلة التي تجبر على الحركة ليس أمامها سوى تنفيذ سلسلة من الحركات المقدرة لها، وبهذا

صار كل عقل مجرد آلة وهي الخاتمة التي حاول **ديكارت** بكل تأكيد أن يتجنبها، والتي تتكهن بأن لايبنتس كان يود تجنبها لو أنه استطاع ذلك.

كانت Kant:

كان هذا هو الموقف عندما تقدم **كانت** لحله، رأى أن مجادلات **ديكارت** و**لايبنتس** لن تؤدي إلا لنتيجة واحدة، كانا يحرصان مثله على تجنبها، وإلى جانب اهتمامه الشديد كسلفيه بتقرير حرية الإرادة، كان لديه مفهوم أوضح للعقبات التي تعترض سبيله، «لأن الارتباط الكامل غير المتقطع للظواهر هو قانون طبيعي لا يتغير» وكتب يقول:

> «إن الحرية مستحيلة إذا افترضنا أن الظواهر حقيقية صرفة، ومن ثم فالفلاسفة الذين يتحيزون للرأي الشائع في هذا الموضوع لن ينجحوا في التوفيق بين فكرتي الطبيعة والحرية».

لقد قصد **كانت** بالرأي الشائع ما قد يوصف الآن بالحقيقة الساذجة أو حقيقة الإدراك السليم (Common sense realism) وهذا الرأي يرفض كل دقائق الميتافيزيقا، ويؤمن بأن الظواهر التي نشاهدها تتوافق بشدة مع حقائق العالم من حولنا، فعندما نفكر مثلا في أننا نرى قطعة من الحجر في نقطة ما من المكان، ففي الحقيقة وهناك شيء يشبه كثيرًا ما نتخيله عن قطعة من الحجر وبذا فالعالم يكاد يكون ما يبدو عليه، فهو يتكون ببساطة من الجسيمات والأشياء التي نجدها ويخضع كما تبين لنا المشاهدة والتجربة لقانون سببي، ولكن **كانت** يرى أنه لو كان هذا هو كل ما في العالم فن الواضح أن الإرادة لا يمكن أن تكون حرة.

ولكن من الناحية الأخرى، وجد عديد من الفلاسفة أنه من الصعب عليهم تقبل الفرضية (Hypothesis) القائلة بأن الشيء هو تقريبا ما يبدو عليه، وأنه لذلك مشابه للصورة الذهنية التي يحدثها في عقولنا، ففي رأيهم أن الشيء وصورته الذهنية هما من طبيعتين مختلفتين تمامًا، فقطعة الحجر والصورة الذهنية عن قطعة الحجر لا وجه الشبه بينهما مثلا لا يوجد شبه بين فرقة تعزف الموسيقى وبين سيمفونية، وعلى أية حال فليس هناك سبب مقنع يبرر جعل الظاهرة أي الرؤيا الذهنية التي بينها العقل من تيارات كهربائية في المخ - تمثل الأشياء التي أحدثت هذه التيارات في البداية، فمثلا قد ألمس سلكًا مكهربًا فأرى نجومًا، ولكن النجوم التي أراها لا تمثل مطلقًا الدينامو الذي ولد التيار في السلك الذي لمسته، إن هذا التيار يحدث رؤيا في عقلي تختلف كليًا عن الشيء الذي خلق التيار، ألا يجوز أن يكون هذا هو ما يحدث لكل ظواهر الطبيعة؟

عندما ندرك شيئا ما إدراكًا حسيًا، فنحن ندرك بعض صفاته على الأكثر، وغالبًا ما نصل الى استنتاج بأن هذا الشيء ينتمي إلى مجموعة مألوفة من الأشياء التي تملك نفس الصفات، فمثلا نرى لونًا كالقطط، ويتصرف كالقطط فنستنتج أننا رأينا قطة، ولكن ربما كنا رأينا ظربانا مثلا وأخطأنا في التعرف على ما رأيناه، مثال آخر: قد نرى شهابًا ضئيلا حجمه أصغر من حبة البازلاء وهو يهوي من السماء، هذا الشهاب سيرسل لمحنا تيارات كهربية مماثلة لتلك التي يرسلها نجم عملاق أكبر وأبعد من الشمس بملايين المرات، والإنسان البدائي سارع فعلاً إلى استنتاج أن الشهاب الضئيل هو بالفعل نجم، ومازلنا حتى الآن نسميه **النجم**

الهاوي (Shooting star)، من مثل هذه الأمثلة وغيرها من الأمثلة التي لا تحصى نرى أن شيئين قد يختلفان على أوسع نطاق في طبيعتها الداخلية، وبالرغم من ذلك يحدثان ظواهر متشابهة أو حتى متماثلة، وإذا كان شيئان كالشهاب والنجم مثلاً لا يمكن أن يكونا مثل صورتها الذهنية فلماذا نفكر أن أحدهما بمفرده يشبه هذه الصورة.

هكذا لم نعد نعتبر الأشياء عمومًا مماثلة لصورها الذهنية، فالصور لا تمثل الأشياء التي أحدثتها ولعل إدراكنا الحسي للعالم يتكون فحسب من تمثلات representations يركبها العقل من الأنشطة المتجهة نحو المخ، وهي تشبه الحقيقة الخارجية قليلا أو لا تشبهها على الإطلاق، لعلها مثل الإشارات التلغرافية التي يبعث بها عامل الإشارة عبر الأسلاك ليخبرنا بالقطار الذي أوشك على الوصول، فهذه الإشارات لا تشبه القطار أبدا، ولعلها كما اقترح بولتزمان Boltzmann مجرد رموز بحتة علاقتها بالأشياء كعلاقة الحروف المكتوبة بالأصوات أو علاقة النوتة بالأنغام الموسيقية.

عندما اعتبر كانت أن الظواهر هي مجرد تمثلات، احتج بأنها تنشأ عن شيء غير الظواهر، لدرجة أنه برغم ارتباط الظواهر بغيرها من الظواهر بقوانين سببية، فإن أصولها لا ترتبط بنفس الأسلوب ولو اكتفينا بالاهتمام بالظواهر، فإن مشاهداتنا تفترض أن السببية تحكم كل شيء، ولكن إذا تمكنا من الاتصال بالحقيقة الكامنة خلف الظواهر فقد نرى الأمر على خلاف ذلك.

وفي صفحات تالية يبين كانت أن ملاحظاته لم يقصد بها إثبات الوجود الفعلي للحرية actual existence af freedom. ولا حتى أنها ممكنة بل يكفيه: وأن الطبيعة والحرية على الأقل ليستا متضادتين فهذا هو

الشيء الوحيد الذي نستطيع إثباته، والمسألة التي علينا أن نحلها، إلا أنه من الصعب علينا تقبل هذا على أنه حل وممكن، لمشكلة حرية الإرادة الإنسانية، فالشخص العادي لا تهمه الأصول الكامنة خلف الظواهر، لأن الحرية التي يرغب في تأكيدها لنفسه والتي يؤمن بالغريزة أنه يمتلكها هي حرية التحكم أو على الأقل التأثير - في الظواهر أو كما يسميها **كانت**، التمثلات، تخيل مثلاً أن رجلين قد تطابقا في تركيب جسميهما إلى أدق ذرة، وقد وضعا في بيئتين متطابقتين في كل ذرة منها، فلو أننا فسرنا حرية الإرادة بالأسلوب الذي يقترحه **كانت**، فلنا أن نتخيل أحدهما يمارس حريته وهو عازم على حياة قدسية، في حين يقرر الآخر في الوقت نفسه أنه يميل للشهوانية، وقبل أن يتخذا هذين الاختيارين، فالظواهر بالنسبة لكليهما هي نفسها، ولما **كانت** السببية تتحكم في عالم الظواهر كما يفترض **كانت**، فلابد لنتائج هذه الظواهر أن تكون هي نفسها بالنسبة للرجلين، وستكون سيرتا الرجلين متطابقتين ؛ يؤديان نفس الصلوات، ويشربان نفس المشروبات حتى أن الذين يخالطونها لن يميزوا بينهما، ويتبع هذا أن البشر ليست لهم مسئولية أخلاقية عن أفعالهم بل على الأكثر عن نياتهم ورغباتهم، ومن الواضح أن هذا ليس ما يعنيه الرجل البسيط بحرية الإرادة، ولا هو ما أراد **كانت**، أن يقرره، أما المسألة نفسها فإن أهميتها الآن لا تتعدى النطاق الأكاديمي، لأن العلم - كما سنرى - قد وجد أن الظواهر نفسها لا تحكمها قوانين السببية.

بالنسبة لمسائل أخرى إلى جانب مسألة حرية الإرادة الإنسانية التي مررنا عليها، تبين أن مناهج العلم لا تؤدي إلا إلى استنتاجات العلم،

فإن كان على الفلسفة أن تتوصل إلى استنتاجات مختلفة فلابد لها أن تلجأ لمناهج أخرى، أما إذا أرادت لنتائجها أن تتفوق على نتائج العلم فعليها أن تبرهن على أن مناهجها أجدر بالثقة من مناهج العلم، وهو ما أدى إلى وضع المناهج العلمية تحت اختبار عسير لنقدها، وإلى دراسة مركزة لبعض مشاكل ما نسميه الآن **بنظرية المعرفة** Epistemology وهي موضوع الفصل التالي.

الفصل الثاني

كيف نعرف
(من ديكارت إلى كانت وأدينجتون)
مصادر المعرفة

رأينا كيف تكتسب المعرفة بإقامة العلاقات بين عملية الفهم الداخلية من ناحية، وبين حقائق العالم الخارجي المشترك بيننا جميعًا. ولعل الأمر كما لاحظ **أفلاطون** يكمن في أن استعمال لغة مشتركة بين الناس مؤسس على افتراض أن مثل تلك العلاقات يمكننا جميعا إقامتها.

في الفترة التي كنا نتناولها بالدراسة، أعلن العلم أن هناك مصدرة واحدة فقط لمعرفة حقائق ومواضيع العالم الخارجي، هذا المصدر هو الانطباعات التي تصنعها على العقل من خلال الحواس، ولكن انعدام الثقة في الحواس ظل منذ أيام الإغريق أحد مواضيع الفلسفة الشائعة، لأنه إذا كانت نفس الأشياء ونفس المواضيع في العالم الخارجي تصنع انطباعات مختلفة على عقول مختلفة فما هو مكان العلم؟ ولو أننا وثقنا بالانطباعات الحسية الفردية سنواجه بموقف عبر عنه **بروتاجوراس** (حوالى 481 - 411 ق. م.)

بقوله: (**ما يبدو لي هو كذلك بالنسبة لي، وما يبدو لك فهو كذلك بالنسبة لك**) وكل فرد سيكون الحكم الفيصل لنفسه في الصدق، ولن توجد أبدًا أي معرفة موضوعية، ومنذ الأيام المبكرة للفلسفة اليونانية، أكد **طاليس الملطي** قبل ميلاد **المسيح** بستة قرون على أهمية وجود أساس من الحقائق، يكون مستقلاً عن أحكام الأفراد، بحيث يصح أن تؤسس عليه المعرفة الموضوعية.

هذه الصعوبات لا يواجهها عالم الفيزياء الحديث، الذي يمكنه أن يركن إلى أدواته وآلاته، فهي تعطيه معلومات موضوعية تمامًا وبعيدة

عـن الهوى،. ولكن هذه الصعوبات بـرزت حين لم يكن هناك من أدوات سـوى الحواس البشرية المجردة، ولتجنب ذلـك دافع **أفلاطون** في محاورة **ثياتيتوس** (حوالى 398 ق.م) عن أنه: ولابد لنا أن نميز بين ما يدركه العقل عـن طريق الحواس، وما يفهمه من نفسـه بالتفكير، فالمفاهيم أمثال العدد والكميـة، والتماثل والتباين، والتشـابه والاختلاف، والحسـن والسـيئ، والصـواب والخطـأ. لا تدخل عقولنـا عن طريق الحـواس ولكنها تكمن دائما في عقولنا.

ولأن أمثـال هـذه المفاهيـم تزودنا بالعناصر الأساسـية لـكل المعارف الصادقـة، فإننـا نسـتنتج أنهـا لا تـأتي عن طريق حواسـنا، بل عـن طريق الأحكام التي تصدرها عقولنا «على الحواس».

أوضـح **أفلاطـون** هذا في قضيـة فحواها أن العقل البـشري مزود منذ الـولادة بمجموعـة من **الصـور Forms أو المثـل ideas** التـي توجد فيه مسـتقلة عن مواضيع العـالم الخارجي، وهذه المواضيـع تصلح كمادة خام لطبـع الصور بحيث يصير كل شيء أشـبه بنقطة التقـاء أو تجمع لعدد من الصـور، فمثـلاً إذا قلنا كرة حمـراء حجرية، فسـتعني كتلة من هـذه المادة الخـام وقـد طبع عليهـا طابع الاحمـرار والتكور والتحجـر، فنحن نحكم بـأن هـذه الكتلة المعينة من المادة تلتق مع هـذه الصور الثلاث، وقد نكون عـلى خطـأ بالطبـع، فالرؤية في ضـوء مختلف قد تجعل الـشيء في لون آخر غـير الأحمـر، وإذا قورنت بكرة أخرى فقد يثبت أنها ليسـت متكورة وإذا خبطناها بالمطرقة فربما نجد أنها ليسـت من الحجر على الإطلاق. على مثل هذه الأسـس آمـن **أفلاطون** بأننا نمتلك معرفة أكيـدة ومحددة عن الصور

وعلاقاتها فقط، ومعرفتنا بمواضيع العالم الخارجي تتألف في أحسن الظروف من انطباعات زائلة، وآراء متغيرة، وفي الحقيقة وللتحديد، فإن المثل التي تستقر أبدا في عقولنا - أي الصور، لها أفضلية على التصورات الموضوعية مؤقتة والتي صنعتها الأشياء المدركة حسيًا: وإنه في هذا العالم ذي المثل الدائمة الموجودة خارج المكان والزمان، **عالم الجواهر الأبدية** Sub Specie aeternitatis يمكن أن تستقر الحقيقة.

واحتفظت هذه السلسلة الفكرية بقدر من التواجد خلال العصور المظلمة الفلسفة، وبرزت في صورة معدلة في فلسفة القديس توماس والفلاسفة المدرسيين، وفي النهاية عادت وظهرت في فلسفة **ديكارت** وفي صورة معدلة أيضا.

كانت المُثل عند **أفلاطون**، أو الصور أفكارًا عن الكيفيات أو الخواص، وافترض أنها فطرية في عقولنا، كما لو **كانت** ذكريات حملناها من وجود سابق، على حين **كانت** الأفكار عند **ديكارت** أفكارًا عن حقائق أو قضايا Propositions كما نسميها الآن، لقد حسب **كانت** أنها كامنة innate ولكن على نحو يخالف فيه **أفلاطون**، فالعقل لم يولد وهذه الأفكار بداخله، ولكن باستعداد لتحصيلها بمجرد اتصاله بالعالم. ولقد سميتها كامنة بنفس المعنى الذي نقول به إن الكرم كامن في بعض العائلات، وإن بعض الأمراض كالنقرس والحصوات الكلوية في غيرها - ولا يعني هذا أن أبناء تلك العائلات يعانون من تلك الأمراض في أرحام أمهاتهم بل إنهم يولدون بميل أو استعداد للإصابة بها، وبعدها أتى **لايبنتس** لينكر هذا، محتجًا بأنه إذا أتبعنا هذا المعنى فالأفكار كلها كامنة، ولكنها لا تبلغ

مرحلة التفكير الفعلي إلا عندما تتطور بنمو المعرفة، فالعقل عند الولادة ليس ورقة بيضاء نقية، بل هو أقرب إلى أن يكون كتلة من خام الرخام، موجود فيها بالفعل تركيب غير ظاهر من العروق، هو الذي سيحكم الشكل الذي سيتخذه الرخام عندما ينحته المثال ويعطيه شكلاً.

واختلف آخرون اختلاف أعمق مع **ديكارت**، وفي الفترة التي نبحثها الآن نجد الفلاسفة ينقسمون بصورة عامة إلى معسكرين، **فالعقلانيون** The Rationalists يؤكدون أن الحقيقة العليا تكمن في عقولنا نحن ولذا فالكشف عنها هو مهمة العقل Reason، **والتجريبيون** The empiricists فكروا في أن الحقيقة تستقر خارج عقولنا، ولذا فلن تكتشف إلا بالمشاهدة والتجربة في العالم الخارجي.

القائلون بالمذهب العقلي The Rationalists:

ساق القائلون بالمذهب العقلي، وعلى رأسهم **ديكارت** الحجج القائلة بأن كل المعرفة التي حصل بالملاحظة المباشرة للطبيعة مشكوك فيها، لأنها تأتي عن طريق الحواس، ومثل هذه المعرفة يمكن أن تكون خادعة غامضة، كما تظهر لنا كل أنواع الهلوسة والأحلام، وأضاف **ديكارت** أن المعرفة المحصلة بالدليل الرياضي نفسها قد تكون خادعة - أولاً لأن علماء الرياضيات كانوا غالبا يخطئون، وثانيًا لأنه ليست هناك وسيلة نتأكد بها أن لها بالغ القدرة لم يقض بأن نكون مخدوعين حتى في الأشياء التي نحسب أننا نعرفها جيدا، وبهذه الطريقة فند أصحاب المذهب العقلي أو أزاحوا عمليًا كل المعرفة العلمية، لأنها أتت من مصادر فاسدة، واقترحوا إبدالها برصيد المعرفة الذي اعتقدوا أنه مقتبس من التأمل الخالص.

ادعى **ديكارت** أن أفكاره الكامنة الممثلة للمعرفة التي تأتي من (الرؤيا الواضحة للعقل) intellect لابد بالضرورة أن تكون صادقة، إن حقيقة أنه يستطيع إدراك شيء عقليًا بوضوح وتميز - مثل وجود الله - كان بالنسبة له دليلاً كافيًا على صدق هذا الشيء، وزعم آخرون أن العقل الإنساني قد فطر وفيه عدد من المبادئ والملكات وعن طريق التعرف عليها واستعمالها بمهارة يمكن اكتشاف حقائق الكون بكل ثقة، مثلا أمكن **لإقليدس** أن يكتشف حقائق الهندسة من بعض البديهيات التي كان صدقها واضحًا. وبالغ **وكانت**، في زعمه بأنه لابد من إمكان إنشاء (علم خالص عن الطبيعة) باتباع هذه الطريقة، ولابد لهذا العلم أن يكون مستقلاً عن كل خبرة نستمدها من العالم، وبهذا فهو لم تفسده أخطاء وأوهام المشاهدة، ومرة ثانية وضع **أدينجتون** زعمًا مشابهًا جدًا لهذا في السنوات الحديثة.

أجرى **اكانت**، مناقشة منطقية لهذه المسألة في كتابه المشهور ونقد العقل الخالص Critique Of Pure Reason، وهو يذكرنا ب**أفلاطون** حين يقول إن الظاهرة وموضوع الإدراك الحسي تحتوي كلا من المادة والصورة، فالمادة تحدث التأثير في عقل المدرك، على حين تمكننا الصورة من تصنيف الظاهرة في مجموعة أشمل. فمادة الظاهرة تأتي إلينا نتيجة لخبرة نستمدها من العالم، أو في اصطلاح **كانت**، تكون بعدية a posteriori أما الصورة التي هي بالفعل في عقولنا في انتظار للمادة فتأتي إلينا قبليًا a priori أي تسبق كل الخبرات الفعلية في العالم وتستقل عنها.

والعلاقات بين التصورات Concepts القبلية التي هُيئت لكي نعرفها بدون حاجة للخبرة ستصبح مجالاً لمعرفة «مستقلة تمامًا عن الخبرة،

بل وعن كافة الانطباعات الحسية» مثل هذه المعرفة وصفها كانت، بأنها معرفة قبلية مقابل المعرفة التجريبية أو البعدية المنبثقة عن الخبرة، إذن أتت المعرفة القبلية من السماء مباشرة، ولهذا فهي بكل الاعتبارات أرقي من المعرفة المكتشفة عن طريق التجربة العلمية، أو الملاحظة، أو حتى البرهنة الرياضية كما يقول ديكارت، فكلها أتت من مصادر أدنى، والمعرفة القبلية تصلح بالضرورة للتطبيق على كل خبرة ممكنة، على حين أن المعرفة التجريبية التي اكتسبت فقط نتيجة لخبرة ومشاهدة محدودتين لا تصلح لذلك.

كذلك تصلح المعرفة القبلية للتطبيق على كل كون ممكن وليس فقط على كوننا هذا - فنحن نميز هذا الكون من الأكوان الأخرى الممكنة عن طريق المشاهدة وحدها، وبقيامنا بهذا العمل لا تعد معرفتنا معرفة قبلية، وهكذا يتضمن الزعم بوجود معرفة قبلية أننا نعرف ما يكفي عن الطبيعة النهائية للأشياء بالقدر الذي يسمح لنا بمعرفة نوع الأكوان التي يمكن أن يوجدها الخالق، والنوع الذي لا يمكنه إيجاده، وادعاء وكانت، بإمكان وجود «علم خالص عن الطبيعة» يتضمن في مبدئه هذا الزعم تمامًا، وكل ادعاء آخر بمعرفة قبلية، لا ينكر فقط المقدرة الشاملة لله، بل يدعى أيضًا أن لديه معرفة مفصلة بمقدرته وإمكانياته، وهو ادعاء يتجاوز قدرة العقل البشري.

القائلون بالمذهب التجريبي The Empiricists:

وفي مقابل هذا، آمن التجريبيون بأن المعرفة عامة تأتي من خلال التجربة وحدها، بحيث يكون السبيل الوحيد للكشف عن حقائق الكون

هـو أن نخـوض في العالم باحثـين عنها، ومع ذلك كان معظـم التجريبيين مقتنعـين بأن حقائق معينة يمكن معرفتها عن طريق الحدس أو عن طريق البراهين المؤسسة على الحدس.

كان **جـان لـوك** Locke وهيـوم Hume أبـرز اثنـين مـن التجريبيـين مقتنعـين بـأن حقائـق الرياضيـات البحتة يمكـن معرفتها بهـذه الطريقة، مثلهـم في ذلـك مثـل غالبيـة الفلاسـفة المعاصريـن مثـل **ألفريـد نورث وايتهيد، وراسـل**، ولكن جون سـتيوارت ميـل John Stuart Mill أخذ بالرأي المضاد معتقد أن قوانين التعميمات المجسمة في الحساب قد اشتقت من مشـاهدات لمواضيع فعلية، على حين تتعامل الهندسة مع تجريدات من موضوعات خبرتنا – فنحن لا نستطيع أن نتخيل نقطة رياضية أو خطاً أو مثلـث ما لم نكن قد اعتدنا سـابقًا على أمثلتهـا الناقصة في العالم الخارجي، وفكر **لوك** في أن حقائق الرياضيات البحتة ليسـت وحدها التي تنتمي إلى فصيلـة الحقائـق المعروفة بالحدس، بل يتمي إليهـا أيضا حقائق وجود الله ووجودنا وحقائق الأخلاقيات.

ومـن الواضـح أن المسـألة بأكملهـا مسـألة ألفـاظ، فبالنسـبة لحقائق الأخلاق قد نتسـاءل: **هل من الجائز أن يكون الله قد أوجد عالم نحكم فيه عـلى أخلاقيات تختلف عما لدينا وبالصدق؟** من المؤكد أن الإجابة تتوقف عـلى مـا تعنيه بالأخلاقيات والصـدق، بقدر ما تتوقف عـلى ما تعرفه عن الأخلاقيات والصدق.

إن القائلين بالمذهب التجريبي عمومًا تمسـكوا بشـدة بمبدأ أن المعرفة عـن العالم الخارجي لابد أن تأتي من العـالم الخارجي، ولذا فهي لا تحصل

إلا بالمشاهدة والتجربة، وحيث إن هذا هو بالتحديد منهج العلم، فلعلنا كنا نتوقع من الفلاسفة الذين هم علماء أو ذوو وجهة علمية أن يكونوا في معسكر التجريبين، وأن نجد أصحاب الوجهة الصوفية أو الدينية بين القائلين بالمذهب العقلي.

ولكن العكس هو الصحيح، وأعتقد أن أبرز أربعة من المدافعين عن المذهب العقلي كانوا حسب الترتيب الزمني: **ديكارت** (1596 - 1659) و**سبينوزا** Spinoza (1632-1677) و **لايبنتس** (1646 - 1716) **وكانت** (1724 - 1804) ومن بين هذه الأسماء الأربعة نجد اثنين ضمن أعظم علماء الرياضيات، ف**ديكارت** لم يكن فقط أبًا للفلسفة الحديثة بل يعد أيضا أبًا للرياضيات الحديثة، فمن بين إنجازاته العديدة أنه ابتكر الهندسة التحليلية، ويشترك **لايبنتس** مع **نيوتن** في شرف ابتكار حساب التفاضل، وبالصدفة سبق **ألبرت أينشتاين** في القول بأن المكان والزمان يتألفان فحسب من علاقات ونسب، على عكس رأي **نيوتن** بأنهما مطلقان.

ولم يبلغ **كانت**، مثل هذه الدرجة، ولكن نذكر له أن الفلك والفيزياء أثارا اهتمامه أكثر من الفلسفة في سنواته الأولى، ولعله كما يقول **هلمهولتز** Helmholtz لم يتحول من العلم إلى الفلسفة في سن الحادية والثلاثين إلا لعدم توفر وسائل البحث العلمي لدى جامعته في كونيغسبرغ، وظل يلقي محاضرات علمية بانتظام حتى نهاية حياته الجامعية، كما تناول مجموعة من المواضيع العلمية مثل الزلازل، وجبال القمر، وإمكان حدوث تغيرات في دوران الأرض، ولئن كان معظم إنتاجه العلمي قد طواه النسيان، فإنا نذكر له أنه كان أول من افترض الطبيعة الحقيقية

للمجرات البعيدة، وأنها تتكون من تجمعات لعدد هائل من النجوم، وهو صاحب الفضل الكبير في وضع إحدى النظريات المبكرة حول نشأة المجموعة الشمسية، وإلى جانب أنه أدخل مثل هذه الأفكار المبتكرة في الفلك، فهو من أوائل أصحاب النظريات الخاصة بالتطور في علم الأحياء، ففي كتابه الأنثروبولوجيا Anthropology أو علم الإنسان يعلن أن كل الحيوانات تنتمي إلى سلف مشترك، برغم أنه لا يدخل البشرية بينها، ربما لما يحويه هذا من مضمون ديني خطير، ومع ذلك فهو يفترض أن الإنسان لابد قد تغير جذريًا بمرور الوقت، مضيفًا إلى ذلك أنه في انقلاب طبيعي مقبل ربما يكتسب قرد الأورانج اوتان صورة بشرية وأعضاء للكلام، وممارسة للذكاء، وذكر أنه كان «يفكر في أشياء كثيرة، في أوضح اقتناع وأتم رضا، ولكنه لن يجد الشجاعة ليصرح بها» وافترض الأستاذ **فريدريك أدولف بانيث** أن أحد هذه الأشياء هو أن ما قد يحدث للأورانج أوتان والشمبانزي في المستقبل ربما حدث بالفعل في الماضي، ونقشت على شاهد قبره في كونيغسبرغ كلمات من خاتمة كتابه (نقد العقل العملي) Critique Of Practical Reason:

«هناك شيئان يملآن العقل بإعجاب ورهبة لا يكفان عن التجدد والزيادة بتكرار تأملنا فيهما، السماء ذات النجوم من فوقنا والقانون الأخلاقي بداخلنا وهذا الترتيب جدير بالاعتبار».

ولا يستطيع **سبينوزا** أن يدعى لنفسه امتيازًا علميًا، برغم أن تفكيره ينقاد في الغالب لمعرفة رياضية وعلمية.

وعلى عكس هذا لم يحرز واحد من التجريبيين البارزين أي فضل علمي خاص، وهؤلاء هم: **فرانسيس بيكون** Francis Bacon (1561 -1626) ولوك (1632 -1704) وبركلي Berkley (1685- 1753) وهيوم (1711 - 1776)، لقد كتب بركلي، مقال نحو نظرية جديدة للإبصار، ولكن قيمته العلمية ليست كبيرة.

لعل السبب في هذا التقسيم العجيب للمجهود يرجع جزئيًا إلى أن أولئك الذين تفهموا العلم على نحو أفضل كانوا أيضا مدركين بوضوح لمضمونه المضاد للدين، ولكن الخط الفاصل الحقيقي بين هاتين المدرستين للتفكير كان جغرافيا، فأبناء القارة الأوربية بحبهم للأفكار المجردة أصحاب المذهب العقلي، على حين أن أبناء الجزر البريطانية بحبهم للبحث العملي هم أصحاب المذهب التجريبي، فالأربعة الذين ذكرناهم كانوا على التوالي اثنين من الإنجليز وايرلنديًا واسكتلنديًا.

المعرفة القبلية A Priori knowledge:

لعلنا لا نحتاج لأن نشغل أنفسنا بمسألة وجود معرفة قبلية حقيقية، فالسؤال الذي يهمنا أن نناقشه هو: **هل إن وجدت هذه المعرفة القبلية فهل هي ذات أهمية؟** وهذا شبيه بقولنا إن الدليل على الحلوى هو في التهامها دون أن نهتم كثيرًا بمزيد من التفاصيل عنها، والحقيقة أننا سنقوم بدور القاضي والمتفرج معًا لأنه من المستحيل على إنسان يعترف بأنه معرض للخطأ أن يقنع آخر يدعى العصمة بأنه مخطئ، وقد اختلف مع الطاهية حول جودة طبيخها ولكن حتى إذا لم أستطع إقناعها بأن طبيخها سيئ ففي مقدوري أن أستغني عن خدمتها، ولعل السبب

الرئيسي في إصدار حكم ضد المعرفة القبلية أن تقدم العلم قد أثبت خطأها في غالبية الأحوال.

ومن الأمثلة على المعرفة التي ظنوا أنها قبلية:

«الشيء نفسه لا يمكنه في لحظة واحدة أن يكون ولا يكون».

«لا شيء يجيءُ من العدم».

«حرية إرادتنا أمر بين بذاته».

«كل شيء يقع مقدر سلفًا بالأسباب تبعًا لقانون ثابت».

يتقدم ديكارت بالعبارات الثلاث الأول، ويصف الثالثة بأنها «**حقيقة لابد أن نرجع إليها كفكرة من أول وأهم الأفكار التي فطرت فينا**» وفي أي استعمال معقول للغة يتضح أنها تتناقض مع العبارة الرابعة والتي أخذت من (**كانت**) أي أن المعرفة القبلية تبدأ في تفنيد نفسها بتناقضاتها قبل أن يتقدم العلم لمهاجمتها ببراهينه.

لن نكسب شيئًا إذا حاولنا أن نحلل هذه العبارات بالتفصيل، ولكن هناك ملحوظة عامة تفرض نفسها، فمن المؤكد أنه ليس هناك احتمال لأن تعبر مثل هذه العبارات عن حقائق مجردة، إذا ذكرت بدون أن نعدل في الصيغ اللغوية التي أمامنا، فمثل هذه الكلمات: **الشيء، السبب، الحرية، مقدر**، لا تحمل معنًى محددًا إلى أن تعرف تعريفًا واضحًا وإذا كنا أحرارًا في أن نعرفها التعريف الذي يعجبنا، وقد نجد تعريفا يجعل كل القضايا صادقة، أو تعريفًا آخر يجعلها كلها كاذبة، أو تعريفًا يجعلها في مجموعة من الحالات صادقة وفي مجموعة أخرى كاذبة، وهكذا، فالقضايا التي أمامنا

ليست حقائق عامة، بل هي مجرد موضوعات للمناقشة والاختلاف، والسؤال أمامنا الآن هو: **ما الحدود أو الحالات التي عندها تكون كل من هذه القضايا صادقة؟** وإذا صيغت هذه القضايا في المصطلحات المتنافرة التي تبيحها اللغة الدارجة للحديث، فسوف تصدر هذه القضايا أحكامًا مسبقة على مسائل معقدة، أعيت الفلسفة على مر العصور.

ومن الأمثلة الأخرى على المعرفة القبلية المزعومة، ما له صبغة علمية أكثر، وهذه لها أهمية أكبر لمناقشتنا الحالية، ولتناول مثلين من **ديكارت**:

أ- مجموع زوايا المثلث الثلاث 180.

ب- القابلية للتقسيم خاصية من طبيعة الجوهر، أو الشيء الممتد. ولنأخذ ثلاثة أمثلة من عند **كانت**).

ج- المكان له ثلاثة أبعاد.

د- بين نقطتين لا يمكن أن يوجد إلا خط مستقيم واحد.

هـ- في كل تغيرات الظواهر، فالمادة خالدة، والكمية الموجودة منها في الطبيعة لا يمكن أن تزداد أو تتناقص.

ويصف (**كانت**). (ج) و(د) على أنها مبدآن «**متولدان كلية في العقل بطريقة قبلية**».

كما يصف (هـ) على أنها معلومة تستحق أن تقف على رأس القوانين القبلية الخالصة للطبيعة.

ما إن نبدأ في مناقشة هذه القضايا على ضوء العلم الحديث، حتى نشعر بالحاجة إلى تعريفات دقيقة للاصطلاحات المستعملة، وهكذا فإن

(أ) و(د) وهما قضيتان هندسيتان بطبيعتها، تكونان صادقتين في فضاء من النوع الذي تحدده «بديهيات» **إقليدس**، أي المكان الإقليدي كما يسمى عادة، لا في الفضاء المنحني الذي نتصور أن الكواكب تتحرك فيه، فهل **كانت** قضايا **ديكارت** و**كانت** تشير إلى الفضاء الإقليدى أو إلى الفضاء المنحنى الذي هو أقرب للحقيقة؟ الجواب بالتأكيد أنهما كانا يفكران في الفضاء الإقليدي، ففي أيام **ديكارت** لم يفكر مخلوق في أي نوع آخر من الفضاء، وفي أيام (**كانت**) ربما فكروا في أنواع أخرى، ولكن **كانت** تمسك بأن الهندسة الإقليدية وصادقة، بالمعنى الذي يجعل الهندسات الأخرى غير صادقة، برغم إقراره أنه لا يمكنه إثبات ذلك، لأن بديهيات **إقليدس** يمكن إنكارها بدون تضارب أو تناقض، وهكذا نرى - وإن لم يستطع **ديكارت**، و**كانت**، ذلك: أن معرفتها القبلية التي افترضاها لا يمكن تطبيقها على أي فضاء موضوعي في العالم الخارجي، بل على عوالم خاصة بها فقط، لقد كانا على خطأ عندما حسبا أن معرفتها القبلية صالحة للتطبيق في العالم الحقيقي.

أما قضية (**كانت**) (ج) القائلة بأن المكان له ثلاثة أبعاد، فهي من مجموعة أخرى، لأنه من الصعب الادعاء بأنها معرفة قبلية، فكل عالم رياضيات يعرف أنه من السهل، في تمرين مجرد أن يتصور مكانًا من بعد أو بعدين أو أربعة أبعاد مثلا يتصور مكانة من ثلاثة أبعاد، ولو أن مولودا يعرف أن المكان في العالم الخارجي له ثلاثة أبعاد فذلك لأنه ينظر إليه بالفعل، أو بعبارة أخرى لأنه تعود عليه كذلك، فالمعرفة التي لديه تجريبية وليست قبلية.

وبنفس الطريقة يمكن الحكم على القضيتين الباقيتين وإن **كانت** (ا) أقرب إلى الطبيعة الفيزيائية، ففي (ب) يخبرنا **ديكارت** أن القابلية للتقسيم هي خاصية للجوهر أو الشيء الممتد، لكنه يفشل في أخبارنا بما يعنيه الجوهر Substance أو الشيء Thing، وبالفعل فالقابلية للتقسيم قد تكون خاصية للفيل أو للعاصفة الرملية ولكنها ليست خاصية للفوتون أو الإلكترون، ومع ذلك فإن **ديكارت** لا يعطينا تعريفة «للشيء» الذي يتضمن الأفيال ويستثني الالكترونات، وفي (هـ) يخبرنا «**كانت**، أن المادة «خالدة» لكنه يفشل في تعريف المادة، وهو يعترف بأن عبارته تحصيل حاصل، وهذا يتضمن أنه قد يعرف المادة على أنها الشيء الخالد، وفي هذه الحالة تخبرنا العبارة باستعمال **كانت**، للكلمات، ولكنها لا تفيدنا بشيء عن العالم الموضوعي، وبعد عصر **كانت**، وجد علماء الفيزياء أن الإلكترونات المادية وغيرها من الجسيمات المادية قد تتبدد إلى إشعاعات غير مادية كما قد تتولد منها، وحتى لو أن هذه الظواهر لم تشاهد، فنحن الآن نعرف من حيث المبدأ، أنه لا خلود للمادة، فما هي إلا طاقة معبأة، وهي لا تملك خلودًا متأصلا أكثر مما يملكه العصير المعلب، برغم أنه قد يصدق في الظروف الفيزيائية السائدة على كوكبنا - كحالة خاصة، فإن المادة يمكن أن تعتبر تقريبًا خالدة.

العوالم الثلاثة للعلم الحديث:

ننتقل مما سبق إلى التفكير في موضوع شديد التعميم، يدل على الأهمية القصوى لموضوع مناقشتنا عن تأثير العلم في الفلسفة، فالجنس البشرى تعود في البداية على خواص المادة في الأشكال المعينة التي تتخذها تحت

الظروف الطبيعية السائدة على كوكب الأرض، وبنفس الطريقة عرفت قوانين الطبيعة في البداية لجنسنا البشري في صورة مضيقة، على أنها قوانين قابلة للتطبيق على الأشياء ذات الأحجام القريبة من حجم الجسم البشري، والسبب في هذا بالطبع أن مثل هذه الأشياء وحدها يمكن دراستها بغير الاستعانة بالآلات المعقدة، وفي مثل هذه الدراسات كان الزمن يقاس عادة بالثواني أو الدقائق، والطول بالبوصات والياردات، أما أقصى السرعات فلم تتجاوز كثيرة سرعة جوادٍ في عدوه.

ولكن عندما أصبحت الآلات تحت تصرف العلم، أصبح في إمكانه أن يدرس ظواهر يقاس فيها الزمن في كسور من المليون من الثانية أو بألاف الملايين من السنين، والأطوال التي تتناولها الدراسة ربما تكون كسورًا صغيرة من جزء من مليون من مليون من البوصة أو تبلغ ملايين الملايين من الأميال، والسرعة قد تكون أبطأ مليون مرة من خطوة القوقعة أو أسرع مليون مرة من الطائرة.

وبمراقبة هذه الأبعاد الهائلة ومعاملتها على أنها وحدة واحدة، نجد أن الأنشطة البشرية المألوفة تحتل موقعًا مركزًا معتدلا في نظام الكون، فإن عالم الإنسان يقع تقريبا في منتصف الطريق بين عالم الإلكترونات وعالم المجرات، وهذا العالم المتوسط لا يشغل إلا جزءًا ضئيلاً من المدى الشامل بين الإلكترون والمجرة، فإن أصغر جزء من المادة يمكننا أن نشعر به أو نراه أو تناوله بغير الاستعانة بالآلات يحتوي على ملايين الملايين الملايين من الذرات والإلكترونات، على حين أن أكبر جزء من المادة يمكننا أن نحركه بأجسامنا أصغر بملايين الملايين الملايين من المرات من أصغر الكواكب.

أوضحت الدراسات المفصلة التي أجريت بالاستعانة بالآلات أن ظواهر عالم الإلكترونات ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر العالم ذي المقاييس البشرية وأن هذه الظواهر بدورها ليست نسخة مكررة مصغرة من ظواهر عالم المجرات، إننا حين نغادر العالم ذي المقاييس البشرية، ونتجه نحو عالم المجرات الكبير كبرة لا نهائيًا أو نحو عالم الالكترونات الصغير صغرا لا نهائيا فإن قوانين الطبيعة تبدو لأول وهلة وقد تغيرت، ليس فقط في التفاصيل ولكن في الجوهر الكلى.

فإذا أمعنا في الفحص سوف نجد أن التغير الظاهري ليس إلا وهمًا، فالقوانين ذاتها تسود على امتداد الكون، ولكن بعض ملامح هذه القوانين تكون لها أهمية أكبر في الأجزاء المختلفة من مدى الكون، فمثلاً تخضع فقاعة الصابون بالضبط وبدقة لقانوني الجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء الذين تخضع لها طلقة المدفع، ومعنى هذا أنه يمكننا الجمع بين هذين القانونين في قانون واحد، تخضع له حركة فقاعة الصابون وطلقة المدفع على حد سواء، ولكن لو تركنا هذين الشيئين يسقطان معًا من فوق برج بيزا المائل، فإن حركة كل منها ستبدو محكومة بقوانين مختلفة عن الأخرى تمامًا، والسبب هو أن الجاذبية هي الأهم بالنسبة لطلقة المدفع، على حين أن مقاومة الهواء هي الأهم بالنسبة الفقاعة الصابون.

وبنفس الطريقة، فكل الأشياء محكومة بالقوانين الكونية للفيزياء، ولكن جانبًا واحد من هذه القوانين هو الأهم بالنسبة للإلكترون، وجانبًا آخر للأشياء ذات المقياس البشري، وجانبًا ثالث لحركات المجرات، وهذه الأقسام الثلاثة النظام القانون الكوني مختلفة جدًا لدرجة أن هناك

مـا يبرر التفكير فيها على أنها تكون ثلاث مجموعات متميزة ومنفصلة من القوانين، وأن كلا منها له نمط مختلف من الأحداث.

وهـذه الحقيقـة ذات أهمية هائلة بالنسـبة للفلسـفة بأكملهـا، وأهميتها المباشرة الموضوع مناقشـتنا هو أنها تفتح عالمين جديدين تختبر فيها المعرفة القبلية التي بزعمها أصحاب المذهب العقلي، فحتى إن وجدنا هذه المعرفة صادقة في العالمين الجديدين فإن تسـاؤلنا عما إذا كانت معرفة قبلية أصيلة سـيبقى برغـم ذلك بـدون إجابة، أمـا إذا وجدنا أنها لا تصـدق على أحد العالمـين أو كليهـما، فإن الزعم بأنهـا معرفة أصيلة قد اتضـح بطلانه، لقد أخبرنـا القائلـون بالمعرفة القبليـة أن الخالق لا يمكنه أن يصنـع عالمًا بهذه الكيفيـة أو تلـك، وعندما درسـنا عالم الإلكـترون والمجـرة وجدنا أنه قد صنع مثل هذه العوالم فعلاً، وعلى هذا فالمعرفة القبلية المزعومة ليسـت إلا معرفة تجريبية عن عالم المقاييس البشرية.

وعندمـا نختـبر التفكير القائم عـلى الحدس الذي ينـادي به أصحاب المذهب العقلي، ونحـاول تطبيقه على العالمين الجديدين اللذين فتح العلم الطريـق إليهـا حديثـا، سـنجد أن القضايـا ذات الطبيعة العلميـة كثيرا ما تكـون غـير صادقة، إنها تكون صادقة فقط في العـالم ذي المقاييس البشرية الـذي كان مألوفـة لأصحـاب المذهب العقـلي، لأنه لم يتطلب الاسـتعانة بالات معقدة لاكتشـافه، ولنـضرب ثلاثة من الأمثلة عـلى المعرفة القبلية نضعها في صياغة مصححة جديدة:

- «مجمـوع زوايـا المثلـث الثـلاث 180، مـالم يكـن المثلـث ذا مقياس فلكي».

- «القابلية للتقسيم خاصية من طبيعة المادة، ما لم يكن الشيء موضع الاعتبار من الصغر المتناول في الطبيعة الذرية».

«المادة خالدة، مادمنا نجرى تجارب إلى الدرجة من الدقة المتيسرة لفيزياء القرن الثامن عشر».

هذه التحفظات التي أضفناها إلى القضايا السابقة، لم يلمح أي فيلسوف إليها على أنها قبلية أو غير قبلية حتى وضعها العلم الحديث، والحقيقة التي تتضح النا هي أن القائل بالمذهب العقلي، يفهم العالم من خلال خبرته، ولكن لأنه مقيد بالإمكانات العلمية للعصر الذي يعيش فيه، فهو لا يستطيع أن يتخيل الأمور إلا على نمط واحد، ولذا يعلن بكل ثقة أن الأمور تسير على هذا النمط ويجب أن تسير عليه، وفي النهاية يصف معرفته بأنها قبلية، أما وقد فتح البحث العلمي الحديث عوالم جديدة أمام الخيال، ففي إمكاننا أن نفكر وبمنتهى الثقة في امكانات لابد أنها تعتبر بالنسبة له **ديكارت**، وكانت مجرد سخافات محضة، بل نعرف أننا سنجد في العالم الفعلي نظائر لكثير منها، ومن هذا ندرك أن المعرفة القبلية التي افترضها أصحاب المذهب العقلي خاطئة.

إن **كانت**، تخبرنا أن هناك اختبارين معصومين من الخطأ للحكم على المعرفة القبلية الصادقة: الضرورة necessity والشمول التام Strict universality وهذه المعرفة العلمية التي يفترضها أصحاب المذهب القبلي تفشل بكل وضوح أمام أي من الاختبارين، وهذا الفشل للجانب العلمي من التفكير المعتمد على الحدس يفند الجانب غير العلمي منه، ومع ذلك فالمعرفة ذات النوع الرياضي تتطلب المزيد من البحث.

المعرفة الرياضية:

على حين أن الفلاسفة يختلفون حول إمكانية اكتساب معرفة قبلية عن عالم الفيزياء، فإنهم يتفقون عامة باستثناء **ديكارت** وميل على أن المعرفة المجردة ذات النوع الرياضي يمكن اكتسابها عن طريق عمليات ذهنية خالصة وبدون الحاجة لأي خبرة عن العالم، بحيث تعتبر مثل هذه المعرفة قبلية، ولعلهم يدعون أن هذه المعرفة تكون صادقة في كل العوالم الممكنة، أو أنها معرفة عن حقائق لا قدرة للخالق على تغييرها، ومن ثم لا يمكنها أن تخبرنا بأي شيء عن خواص عالمنا الذي نعيش فيه، أو أن تميزه عن العوالم الأخرى التي يمكن خلقها.

ضربنا ثلاثة أمثلة لمعرفة قبلية مفترضة من هذا النوع، والثلاثة هندسية بطبيعتها، ولكن تقدم العلم بين أنها ثلاثتها غير مؤهلة لكي تعتبر معرفة صادقة عن العالم الفيزيائي. والآن وقد أصبح العلم معنية بهندسات غير إقليدية، صار الفلاسفة حذرين في ضرب الأمثلة على المعرفة القبلية من الهندسة، وميالين لضرب الأمثلة من الحساب أو الجبر البسيط، وفي هذا المجال نجد قضية أن مجموع اثنين واثنين يساوي أربعة كثيرا ما تذكر، برغم أنه يندر ذكر محتواها المحدد، والنتيجة هي شعورنا بأننا نحتاج أولا للتعريفات والتفسيرات. والسؤال البسيط أمامنا هو: هل كان من الممكن أن يصنع الله عالمًا لا يكون فيه مجموع اثنين واثنين يساوي أربعة؟ ومهما بلغ ما ندعي معرفته عن الخالق، فلابد قبل أن نناقش هذا من معرفة معنى اثنين واثنين اللذين يشكلان موضوع القضية، هل هما شيئان يتواجدان في الحقيقة أم في عقولنا؟ هل هما عددان أم شيئان؟ وإذا كانا شيئين فأي نوع من الأشياء هما؟.

إن كان اثنان واثنان يشيران إلى مجرد أعداد، فالقضية ستكون معنية بالعد البسيط، وسيظهر أنها مجرد تعريف للحد أربعة، فنعد اثنين ثم اثنين تاليين وهذا يأتي بنا إلى رقم لابد أن نعطى له اسما من الأسماء، والقضية تخبرنا بأن اسمه أربعة، برغم أنه قد يحق أن نسميه اسمًا آخر، مثل كاتر quatre أو فير vier، وهذا فعلاً هو اسمه عند غيرنا، وواضح من هذا أنه لا مجال لمعرفة قبلية.

يتضح لنا أن القضية يجب أن تفسر على أنها تشير إلى أشياء فيزيائية حقيقية، إنها تخبرنا أنه إذا أخذنا شيئين من نفس النوع أيًا كان، وأضفنا إليها شيئين آخرين من نفس النوع أيضا فسنملك مجموعة من أربعة أشياء في مجموعها - إننا لم نأخذ أربعة في المجموع، لأن هذا يعود بنا إلى عملية العد الصرف، ولكن سنملك تحت ملاحظتنا أربعة أشياء نتيجة لعملية غير عملية العد، إننا نبين للطفل أنه عند وضع تفاحتين بجوار تفاحتين أخريين فالنتيجة مجموعة من أربع تفاحات، ويرى الطفل أن نفس الشيء يصدق على الأصابع أو العدادات أو القروش، فيستنتج أنه يصدق على كل شيء يمكن أن يتخيله مثل الموز أو ثعابين البحر أو الغيلان ؛ ونحن نقر بأن معرفتنا عن التفاح أو الأصابع تجريبية، ومن هذه المعرفة التجريبية عن التفاح والأصابع نتوسع في التعميم إلى ثعابين البحر والغيلان، وهذا ببساطة هو مضمون القضية، وهو يزودنا بمثال على معرفة ناقصة أو خاطئة قد صنفت على أنها معرفة قبلية، لأن التعميم الذي هو جوهر القضية، مسموح به في بعض الحالات ولبعض الأشياء فقط، ومن المستحيل في الحالة التي لا نعرفها أن نحكم بصدق التعميم بدون أن

تعرف الحالة بالتفصيل، ومثل هذه المعرفة لن تكون قبلية، فمثلا لا يمكننا معرفة ما يصنعه ثعبانا بحجر وثعبانا بحر معا قبل أن نعرف ما هو ثعبان البحر؟ وهذا لا يمكن اعتباره معرفة قبلية، إن ثعبان البحر تسمية تطلق على سحابة من الطيور، فهل يصنع ثعبانا بحر موضوعان بجوار اثنين آخرين أربعة من ثعابين البحر؟، أو يصنعان ثعبان بحر واحد كبير؟، أو يتصادف ويصنعان اثنين أو ثلاثة؟ وماذا عن قطرني مطر تلاقيان اثنتين أخريين على سطح نافذة؟ من الواضح أن القضية قابلة للتطبيق على أشياء تحتفظ بشخصيتها خلال عملية الإضافة الفيزيائية، وليس من الممكن أن نعرف قبلا إن كانت أي مجموعة معينة من الأشياء لها هذه الخاصية أولا، وفي العصر الحديث درس الرياضيون علومًا جبرية يصنع فيها اثنان واثنان أعدادا غير الأربعة، ربما اثنين أو واحدة أو حتى صفرة، ومثل هذه العلوم الجبرية بالطبع لا تنطبق على الأعداد المفردة، بل على عمليات وخطوات وأحداث، وقبل أن يكون من حقنا أن نقول بثقة إن شيئين زائد شيئين يكون مجموعها أربعة أشياء، لابد أن نجد تعريفا للشيء الذي لا يدخل ضمن تلك الأشياء، وواضح أنه لا يمكن أن يكون مفطورة فينا كمعرفة قبلية لم يناقش كانت، قضية أن 2+2= 4، بل قضية أن 7+5=12، ووصف هذا بأنه قضية قبلية تركيبية Synthetical a priori. بمعنى أنه يحتاج لعملية الجمع بالأصابع كي يقدح زناد عقله، ويفترضن صدق القضية العامة، ومع ذلك لا يعرف 12، ولا يحدد الـ5 أو إلـ7 في غير الأصابع، التي يفترض أن القضية تنطبق عليها.

وربما نجد مثلا أفضل في قضية أن 7×5=5×7 لأن هذا على الأقل لا يحتاج إلى تعريف لـ 12، أو حتى لـ5 أو 7 فهو يصدق بنفس الدرجة

لـو أبدلنـا ه و7 بأرقام غير محـددة أو كميات رقمية مثـل أ وب فالقضية تنـص على أن حاصل ضرب ا ب مسـاو لحاصل ضرب ب أ، أو بعبارة أخـرى عندما نضرب اوب معين فإن الترتيب الذي نأخذهما به لا أهمية لـه، وهو ما قد يصح لو أن أ أو ب بدلان على أرقام خالصة، ولكن قبل أن نوافـق عـلى القضية العامـة، لابد أن تعرف أ اوب بقـدر من العناية. فعلـماء الرياضيـات الآن يسـتخدمون علومًا جبرية يصفونهـا بأنها غير تبادليـة حيـث لا يكون أ ب هو نفس ب أ، ووجد علماء الفيزياء أن هذا ينطبق على الأخص في العالم الأصغر من الذرة، وفي غالبية المشاكل التي نتعرض لها بالمناقشـة في عالم المقاييس البشرية فإن اوب لها دلالة بحيث تكـون اب مسـاوية ب أ، ولكـن في عـالم الإلكترونـات لا توجـد هذه الدلالـة، ولنـا أن نخمن أن أحد سـكان عالم الإلكترونـات قد يتحدى بعنـف القضية العامـة القائلة بـأن أ ب= ب أ، مؤكدًا أنهـا تصدق فقط تحت ظروف خاصة جدًا.

هكـذا أثبت الاختبار أن جانبًا كبيرًا من معرفتنا الرياضية، فيه قدر من التجريبيـة أكثر مما يبدو للوهلـة الأولى، أو مما يظن القبليون، فقد نقول إن قضية عامة من نوع 2+2= 4 يمكن أن تصدق بإحدى طريقتين: إما بعدية أو قبليـة ولا يمكن أن تصـدق القضية على مواضيع العالم الخارجي بدون أن نعرف شيئًا عنه، وفي هذه الحالة ستعتبر معرفة بعدية، فنحن أولا نختبر القضية إن كانت تصدق على مجموعة الأشـياء موضـع الاعتبار، وعندئذ فالقضيـة لا تعيـد إلينـا إلا المعرفـة التي وضعناهـا فيهـا، والقضية يمكن أيضـا أن تطبـق على مجموعات من الأشـياء نتخيلها في عقولنـا بطريقة ما

بحيث تـوفي الشروط الضرورية التي تجعلها صادقـة وعندما تتناولها بهذا الأسلوب، ستحتوي على معرفة قبلية خالصة،

ولكنهـا لا تدلنـا أبدًا على أي شيء في العـالم الخارجي - بل تحدثنا عن تخيلات عقولنا فحسب. مكتبة سُر مَن قرأ

فمثـلا القضيـة 2+2= 4 عندما نطبقها عـلى التفاح تكـون بعدية لأننا نسـتعين بتجربتنـا عـن العالم تتأكـد أن التفـاح يحتفظ بشـخصيته المنفردة طـوال عملية الإضافة، ولكنها عندما تطبق عـلى الغيلان تكون قبلية لأن الغـول مخلوق من صنع خيالنا، نتخيل أنه يحتفظ بشـخصيته خلال عملية الإضافة.

وهكذا نرى أنه عندما نطبق القضايا الرياضية على المواضيع بالأسـلوب البعـدي، فإنهـا لا تعطينا أي معرفة عن العالم الخارجـي أكثر مما وضعنا فيها من قبل، على حين أننا عندما نطبقها بالأسلوب القبلي، لن يمكنها أن تعطينا أي معرفـة عـن العـالم الخارجي - فـن لا شيء لا شيء ex nihilo nihil fit. ومع ذلك، فمازال قدر كبير موجود من المعرفة الرياضية المجردة التي يمكن اشـتقاقها بالعمليـات الذهنيـة الخالصـة، بـدون أن نحتـاج لأي معرفة عن العـالم الخارجي، وأوضح مثال على تلك المعرفة يمكننا أن نجده في خواص الأعـداد أو الكميـات العددية بالأسـلوب الذي يعبر عنه الحسـاب والجبر المعتاد، ومع ذلك يجب أن نسـلم بأن الأعداد والكميات العددية لها وجود، فعلى سـبيل المثـال، يمكننا أن نبرهن بالعمليـات الذهنية الخالصة، وبغير أن نحتـاج إطلاقا لأي خبرة من العالم الخارجي، على أنـه إذا كان عددًا خالصًا

فإن: (1+1) (1−1) يكون دائما أصغر من 1^2، فمثلا 8 × 6 أصغر من 7^2، وبنفس الطريقة يمكن اكتشاف أن 8، 9، 10 أعداد مركبة (أي أعداد نحصل عليها بضرب أعداد أصغر منها في بعضها)، على حين أن 7 و11 أعداد أولية (أي أعداد غير مركبة).

مثل هذه الحقائق لا تحتوي على أي معرفة أو خبرة عن العالم الخاص الذي نحيا فيه، اللهم إلا إذا اعتبرنا وجود كميات معدودة على أنه حقيقة تجريبية، ولكن مادامت الأعداد مضطرة للتعامل مع كل العوالم، فإنها تصدق على أي عالم يمكن تخيله، ومهما كانت الطريقة التي نتخيل بها هذا العالم أو غيره فإن 7 لابد أن تكون أولية، ولهذا السبب وحده،، فكون 7 عددا أوليا لا يحيطنا علما بتركيب عالمنا الخاص، ولا صلة بين هذين الموضوعين: كون 7 عدد أوليا، وتركيب عالمنا الخاص، وهذه هي حقيقة كل ما يكتشفه عالم الرياضيات البحتة، فهي كلية بمعنى أنها تكون صادقة في أي عالم من العالم، وعلى هذا لا يمكنها أن تخبرنا بأي شيء عن خصائص هذا العالم أو غيره.

وفعلاً لابد لأي معرفة يراد لها أن تعتبر قبلية أن تكون كلية كما يقول كانت، وهي بهذا لا تستطيع أن تخبرنا بأي شيء عن عالمنا الخاص، ولتخيل رجلاً لم يحظ بأي قدر من التعليم، وقد أخبروه أنهم سيبعثون به إلى بروكيون إنه لن يعلم إن كانت بروكيون هذه سجنًا أو قصرًا للجن، أو جزيرة أو نجمة، ولكنه سيعرف عن بروكيون بمقدار ما نعرف عن كوننا مستخدمين معرفتنا القبلية، ولو أنه حاول أن ينشئ، علمًا خالصًا عن بروكيون، فإن جهوده لن تزيد في التفاهة أو التضليل عن جهود كانت،

وهو ينشـئ علمًا خالصًا عن الطبيعة،، ومن خلال هذا الأسلوب نرى أن هنـاك مصدرًا واحدًا فقط لمعرفـة الخصائص المعينة لعالمنا الذي نعيش فيه هذا المصدر هو التجربة والمشاهدة وأن هناك منهجًا واحدًا فقط لاكتساب تلك المعرفة هو منهج العلم.

المعرفة التركيبية Synthetic Knowledge:

كان في الإقرار بهذه الحقيقة الجلية ما يقوض فرض **كانت**، بأكمله، فقد بـذل محاولتين لتجنبها، وهاتان المحاولتان تتميزان إحداهما عن الأخرى، وإن كان يبدو أنه لم يتنبه لهذا.

في **المحاولة الأولى** ادعى أن لديه نوعًا خاصًا من المعرفة القبلية، أسماها معرفة قبلية تركيبية – هي التي تنقل المعرفة عن عالمنا الخاص.

وفي **المحاولة الثانية** ادعى أن معرفتنا الفيزيائية ليست معرفة عن العالم، بل هي معرفة عن الطريقة التي تشتغل بها عقولنا – إنها ليست معرفة عن العالم الذي تدركه بحواسنا، بل هي عن طريقة إدراكنا لهذا العالم.

سبق لنا أن ضربنا مثلاً لمعرفة **كانت**، القبلية التركيبية في قضية أن 7+ 5 = 12، ويناقش **كانت**، مثالاً أكبر تخصيص هو قضية أن «كل الأجسـام ثقيلة»، فيستشـهد بقضية أن «كل الأجسـام ممتدة» على أنها نمـوذج واضح للمعرفة القبلية البعيدة عن كل خبرة عن العالم، ثم يقول إنه بعد أن نلتقي بالأجسـام الممتـدة في العـالم الحقيقي، نجدها ثقيلة مثلما هي ممتـدة، بإضافة هذه الحقيقة الجديدة لمعرفته السابقة يصل إلى قضية أن «كل الأجسام ثقيلة».

ويعتبر (**كانت**) أن كل قضايا الحساب، وكثيرًا من مبادئ الفيزياء، من النوع القبلي التركيبي، فمثلاً يختار قانون بقاء المادة **وقانون نيوتن الثالث** للحركة معبرًا عنها هكذا:

- ***«في كل تغيرات العالم المادي، تبقى كمية المادة بدون تغير»***.

- ***«في كل اتصالات المادة، يجب أن يكون الفعل ورد الفعل دائما متساويين»***.

والعلم بالطبع لا يستطيع أن يؤيد هذا، إن **كانت**، نفسه يقر بأنه يعرف الثقل عن طريق ملاحظته للعالم الحقيقي، وهذا يخرج بنا عن نطاق المعرفة القبلية - والمعرفة القبلية التركيبية نراها على أنها مجرد اسم جديد للمعرفة البعدية، ونوعًا من المصادرة على المطلوب، والمثال المذكور يتضمن ادعاء **كانت**، بأنه يعرف بوجود الجاذبية، فإن كان هذا في وسعه، فلماذا لم يعرف أيضًا بوجود التجاذب والتنافر الكهربيين؟ وهل كان بمقدوره أن يعرف قبليًا أن جسمين يحملان نفس الشحنة الكهربية سوف يتنافران بدلاً من أن يتجاذبا؟.

بهذه الأساليب أقنع **كانت**، نفسه أن هذه المعرفة القبلية تقدم معلومات محددة ومؤكدة عن الكون الحقيقي.

ومثل هذه المزاعم تطرح فورًا أسئلة جديدة:

1- إن لم تأت المعرفة القبلية من خلال خبرتنا عن العالم، فمن أين تأتي؟ لقد ادعى أصحاب المذهب العقلي أن لديهم معرفة قبلية تقول بأن: **لابد لكل شيء من سبب، فما هو إذن سبب المعرفة القبلية نفسها؟**

2 - إن لم تأت المعرفة القبلية من معرفتنا عن العالم، فكيف يمكنها أن تخبرنا بأي شيء عن العالم؟ وكيف يتأتى لنا عندما نخطو إلى العالم أن نجد هذا العالم يتلاءم مع معرفتنا القبلية؟ وإن كان **كانت**، أو **أدينجتون** قد نجحا في بناء الكون بأكمله من مثل هذه المعرفة، فعلى أي أساس كانا يتوقعان للكون الحقيق أن يتلاءم مع تنبؤاتهما؟.

نظرية المعرفة عند (كانت)

تبين **كانت**، الصعوبات الواضحة التي تقدمها هذه التساؤلات، وهو ما جعله يتراجع إلى خط دفاعه الثاني، مبتكرًا مجموعة من الأفكار لم يتفق الفلاسفة أنفسهم حول معناها المحدد، وقد يكون هناك مبرر للتساؤل عما إذا(**كانت**) مبادئ **كانت**، تثير فوضى شديدة في ألمانيا، فكان أساتذة الجامعات ممنوعين من المحاضرة عنها، وبالرغم من ذلك فقد أجبر أحدهم على الاستقالة لأنه تجرأ واختلف مع (**كانت**) وفي هذا التوقيت سأل **كانت**، عن أكثر شارحيه إلمام بالمعنى المقصود، وفي إجابته أشار إلى رجل معين اسمه **شولتز** Schultze، وضع تفسيرًا مبدئيًا أضاف إلى تعقيد الأجزاء السهلة من فلسفة **كانت**، في توسع متعب، في حين أنه حذف الأجزاء الصعبة واضعًا بعض العبارات التي **كانت** واضحة الخطأ، وهكذا بقيت مشكلة اكتشاف معنى ما كتبه بدون حل حتى اليوم، ويخبرنا جيمس وارد أنه في المدة من 1865 و1878 كان هناك على الأقل ست صيغ مختلفة لفلسفة **كانت**..

وبرغم أن أحدًا لا يمكنه أن يخبرنا بالتحديد بما عنى **كانت**، بنقله إلينا، فإني آمل أن أعبر في شرحي له عن نظرة متوسطة لمعناه، بالقدر الذي يؤثر في المشاكل المطروحة أمامنا.

فبالنسبة لأول السؤالين اللذين طرحناهما - إن لم تأت المعرفة القبلية من خبرتنا عن العالم فمن أين تأتي؟ فإن إجابة **كانت**، فما يبدو هو أن المعرفة القبلية تأتي من التركيب الفطري للعقل البشري، فكما بنى الجسم البشري بطريقة معينة، مزودًا بعينين وأذنين وأعضاء أخرى تؤدي وظائف معينة، كذلك فطر العقل البشري على طريقة معينة، مزودة بملكات خاصة تؤدي وظائف محددة، وفي هذه الملكات علينا أن نبحث عن مصادر معرفتنا القبلية، فهي التي تخبر المعطيات الحسية التي تستبقى وتلك التي تهمل، وإلا ظلت الإحساسات تربك العقل بغير توقف.

ومن خلال الإحساسات التي يستبقيها العقل، يكون صورته الخاصة عن العالم الخارجي، ونتيجة للقدرة الاختيارية للعقل، تبرز قوانين وأنظمة معينة تتلاءم معها إدراكاتنا الحسية، فمثلا لو وضعنا خليطًا عشوائيًا من حبات البطاطس على غربال سعة شبكته بوصة، سنعرف أن كل حبات البطاطس التي تتبقى فوق الغربال ستخضع لقانون واحد على الأقل - هو أنها جميعا سيزيد قطرها على البوصة، وهذا القانون لا تخضع له البطاطس في العادة، ولا الخليط العشوائي الذي وضع فوق الغربال، إنما هو قانون فرض على البطاطس بالقدرة الاختيارية للغربال، وهو يعبر عن خاصية في الغربال لا في البطاطس، ويفترض **كانت**، أن قوانين الطبيعة التي نعرفها والتي يظن أنها قبلية، قد فرضتها على العالم قدرة العقل

البشري الاختيارية، والعقل بهذا يعمل كمشرع للطبيعة، والمعرفة القبلية تضع الشروط التي يجب أن تتلاءم هي والظواهر وإلا لم يدركها الحس.

سنضرب مثلين بسيطين يقربان لنا موضوع أساليب الاختبار. أول المثلين عن الضوء فهو خليط من موجات مختلفة الأطوال، فإذا مررنا الضوء خلال مطياف، فإن موجاته المختلفة تنفصل عن بعضها، ونشاهد طيفًا من الألوان هي الأحمر والبرتقالي، فالأصفر، فالأخضر، فالأزرق، فالبنفسجي - أي ألوان قوس قزح، وخارج حدود هذا الطبل لا يوجد غير السواد، لكننا لو وضعنا ترمومترًا في المنطقة المجاورة للأحمر، فإن الزئبق يبدأ في الارتفاع داخل الترمومتر، دليلاً على وجود إشعاع غير منظور هو الأشعة تحت الحمراء الحرارية، وعلى النهاية الأخرى من الطيف بجوار البنفسجي، توجد منطقة لا ترى عيوننا عندها أي شيء، ولكن - أنواع معينة من الأملاح تفسفر عندها، دالة على أنه هنا أيضا يوجد إشعاع غير مرئي لأعيننا، هو الأشعة فوق البنفسجية، وبعدها نأتي إلى الأشعة السينية، وبعدها أيضا أشعة جاما التي تشعها المواد المشعة.

تستطيع أجهزتنا أن تبين طيفًا متصلاً من الإشعاعات تتراوح بين موجات الراديو الطويلة وأشعة جاما القصيرة، والنسبة بين أطول الموجات وأقصرها قد تبلغ نحوًا من عشرين مليون مليون إلى واحد، وعلى العكس من ذلك فالنسبة بين أطول الموجات التي تستطيع عيوننا رؤيتها وأقصرها تقف عند اثنين إلى واحد فقط، وهكذا فمن بين كل المدى الإشعاعي المعروف لدينا من خلال أجهزتنا، يوجد جزء من عشرة آلاف مليون مليون يمكن إدراكه حسيًا بواسطة عيوننا - وهو قدر ضئيل للغاية.

إن عجز بصرنا إلى هذا الحد، يجعل هذا العجز يعمل كغربال لإدراكاتنا الحسية، فكل أنواع الإشعاع تسقط على الشبكية، ولكن الشبكية حساسة فقط لجزء صغير مما تستقبل، وهي تنبه العقل لوجود هذا الإشعاع وحده، وقد يستنتج العقل من ذلك أن كل الإشعاعات تقع بين الأحمر والبنفسجي، ومن وجهة نظر كانت، فإن هذا يتفق مع المعرفة القبلية التي يزعمها أصحاب المذهب العقلي، ولعلنا نلاحظ أنه لو صح هذا التشبيه، فالاستنتاج الوحيد الذي نخرج به هو ألا نثق في المعرفة القبلية إطلاق.

وثاني المثلين عن الصوت، وهو مشابه للمثل الأول، لأن آذاننا حساسة لأصوات تتراوح طبقتها بين حوالي عشرة جوابات، من ضمن المدى اللانهائي الذي يمكن أن يحدث في الطبيعة، فلو اعتمدنا على المعطيات السطحية التي تقدمها أعضاء حسنا المجردة، فقد نزعم أن كل الأصوات تقع بين مدى عشرة جوابات.

هذه هي الطريقة التي تعمل بها غربالات أعضاء حسنا، وهناك مثل بسيط قد يفسر كيفية عمل الغربالات العقلية، إن سماء الليل تعرض مجموعة مختلطة من النجوم التي قد تبدو مرتبة في بروج مختلفة، هذه البروج رأى فيها الإغريق اشكال أبطالهم وحيواناتهم التي تصاحبهم لأن عقولهم كانت معتادة على الأساطير والروايات، أما الصينيون الأكثر واقعية فقد رأوا نفس مجموعات النجوم على أنها حيوانات أقرب للحياة اليومية، وهناك أيضًا نجوم في السماء الجنوبية لم يتمكن الإغريق أبدًا من رؤيتها لأن رحلاتهم كانت مقصورة على نصف الكرة الشمالي، وعندما اكتشف ملاحو عصرنا البحار الجنوبية، ورأوا هذه النجوم للمرة الأولى،

لم يروها على أنها مجموعات من أبطال وحيوانات جدد، فقد ولى عصر تلك الأوهام. وترك المستكشفون تلك النجوم العلماء الفلك الواقعيين لكي يرتبوا النجوم الجديدة في أشكال المثلثات والساعات والتليسكوبات وما شابهها، وهم اختاروا هذه الأشياء لأن عقولهم العلمية **كانت** معتادة على التفكير فيها، إن تقسيم النجوم إلى أبراج لا يخبرنا بغير القليل عن النجوم، ولكنه يخبرنا بالكثير جدا عن عقول الحضارات المبكرة وعن علماء الفلك في العصور الوسطى.

ويرى **كانت**، أن عقولنا تصنف ظواهر الطبيعة على هذا المنوال، فالعالم الخارجي بزودنا بحشد مختلط من الانطباعات التي يجوز أن تصنفها عقولنا بأي طريقة، ولكنها تختار طريقة واحدة معينة لأنها مركبة بطريقة واحدة معينة، وقد توجد أنواع أخرى من العقول التي تختار طرقًا أخرى، والقوانين التي نستنتجها من المعرفة القبلية أو الاستدلال لا تمثل إلا عادات للتفكير مغروسة في عقولنا، هذه العادات تقيد الرؤيا الطليقة لعقولنا، ولكن العقل الذي لا يدرك حدوده، يشرع في إرجاع هذه الحدود إلى الطبيعة نفسها، وهكذا يقول **كانت**:.

«العقل لا يدرك حسيًا إلا ما ينتجه وفق تركيبته الخاصة».

«الأشياء تتوافق هي وطبيعة ملكة الإدراك الحسي لدينا».

«نحن نعرف قبليًا عن الأشياء ما نضعه فيها فحسب».

وصف **كانت**، هذا على أنه ثورته الكوبرنيكوسية، فعندما بدا أن أي تقدم جديد في الفلك الذي يفترض أن الشمس تدور حول الفلك غير

ممكن، جسم كوبرنيكوس الموقف بافتراضه أن الفلك هو الذي يدور حول الشمس، وظن **كانت**، أنه قد أزال صعوبات المعرفة القبلية بطريقة مشابهة - فلو قلنا إن عقولنا تتوافق هي والظواهر التي تدركها حسيًا، فإن معرفتنا لا يمكن أن تعتبر قبلية، لذا يجب - كما فكر **كانت**، - أن نجعل الظواهر هي التي تتوافق هي وعقولنا.

إذا **كانت** هذه هي الإفادة الحقيقية عن المعرفة القبلية، فهي لن تفيدنا إلا بقدر ضئيل جدًا عن الطبيعة، هذا القدر هو عن عقولنا نحن، ولن تكون معرفة عن تركيب الكون من خارجنا، بل عن تركيب عقولنا من داخلنا، وعندها نحصل على إجابة عن سؤالنا الثاني - إن لم تكن المعرفة القبلية تأتي من معرفتنا عن العالم، فكيف يمكنها أن تخبرنا بأي شيء عن العالم؟ والجواب هو أنه لا يمكنها، لأنها تستطيع أن تحدثنا عن تركيب عقولنا فقط.

كل هذا يلقي ضوءً ساطعًا على المنهجين المختلفين للعلم والفلسفة، لقد اقترح **كانت**، بالفعل أنه يجب أن نؤسس معرفتنا عن الأشياء Things على شيء ما ونضعه نحن أنفسنا فيها، وهذا الشيء بالذات هو الذي يتحفز رجل العلم لاستئصاله، لأنه يعلم أنه ليس معرفة عن العالم الخارجي على الإطلاق.

و(الغرابيل) التي نسبها **كانت**، إلى العقل البشري يبلغ عددها أربعة عشر، يأتي في مقدمتها اثنان أسماهما (صورتا الإدراك الحسي) وهما المكان والزمان، ويتبع ذلك اثنا عشر غربالاً يمكن تسميتهم ب (صور الفهم) برغم أن **كانت**، يفضل اسم (التصور الخالص للفهم) أو (المقولات)

Categories، وهذا المصطلح الأخير استعاره من **أرسطو** ولأن غرضنا في النهاية أن نستعرض رأي **وكانت**، في المكان والزمان لمقارنته برأي العلم الحديث، فمن المناسب أن نشرع فورًا في مناقشة المكان والزمان في عبارات عامة.

المكان والزمان

يعرف العلم المعاصر أن كلمتي مكان وزمان تسمحان بعديد من التفسيرات، فهناك أربعة معانٍ متميزة يمكن تناولها كل على حدة، والمعاني التي تخص المكان هي على وجه التقريب:

المكان التصوري: هو مبدئيًا مكان الهندسة المجردة، ولا وجود له إلا في عقل الإنسان الذي يخلقه بالتفكير فيه، وقد يجعله إقليدًا أو غير إقليدي، ثلاثي الأبعاد أو متعدد الأبعاد كما يشاء، وهو ينعدم من الوجود عندما يتوقف مبتكره عن التفكير فيه - مالم يخلده طبعًا في كتاب مدرسي.

المكان الإدراكي الحسي: هو مبدئيًا مكان كائن واعٍ يمارس أو يسجل إحساسات، فنحن نشعر بشيء ما وتفترض حاسة اللمس أن له شكلاً وحجمًا معينين، ونرى مجموعة من الأشياء، ويفترض بصرنا أن هذه الأشياء تجمعها علاقات خاصة، ونجد أنه يمكننا أن نروض افتراضات حواسنا المختلفة بتخيل أن كل الأشياء مرتبة في تجمع ثلاثي الأبعاد نسميه بالمكان، وهذا هو المكان الإدراك الحسي، اخترعه إنسان

يـمارس الإحسـاس، وينعـدم من الوجـود بمجرد أن تكف حواسـه، فبالنسـبة لإنسـان أعور أو لإنسـان يرى الأشـياء على بعـد لدرجة أن إبصـاره لا ينقـل أي فكرة عن المسـافة يكون المـكان الإدراكي الحسي ثنائـي الأبعاد على الأقل إذا لم تسـتعمل حاسـة أخرى غـير الإبصار. وعلى هذا النحو تخيل القدماء أن النجوم الثابتة تقع على سـطح كروي ثنائـي الأبعاد. وعندما يرى إنسـان عادي الأشـياء عـن قرب، بحيث يسـتفيد من إبصاره باستخدام العينين معًا، أو بمجرد أن يرى الأشياء واحدًا يتحرك خلف الآخر أو بمجرد أن يستعمل حواسًا غير الإبصار فإن بعدًا ثالثًا للمكان الإدراكي يبرز على الفور إلى الوجود.

المـكان الفيزيائـي: هو مـكان الفيزيـاء والفلك، فالمـكان التصوري والمـكان الإدراكـي، كلاهمـا مكانـان خاصـان، فأحدهمـا خـاص بشـخص يفكـر، والآخر خاص بشـخص يـدرك بحواسـه، ولكن العلم وجد أن النسـق الذي تجرى عليه الأحداث في العالم الخارجي يمكن تفسيره، إذا افترضنا أن الأشياء الملهية، قد وضعت إلى الأبد، بحيث تتحرك في مكان عام يشـترك فيه كل المشاهدين، وإذا تجاوزنا التعقيـد الـذي تدخله نظريـة النسـبية يمكننا القول بأن هـذا المكان العام هو المكان الفيزيائي.

المكان المطلق: هو ذلك النوع الخاص من المكان الفيزيائي الذي أدخله **نيوتن** ليجعل منه أساسًـا لنظامه الميكانيكي وظل يسـتخدم استخدامًا علميًا عامًا على امتداد الفترة بين **نيوتن** و**ألبرت أينشتاين**. عندما نقول إن قطارًا تحرك مسافة عشرة أميال متجهًا نحو محطة لندن، فنحن نعنى

أنـه تحرك مسـافة قدرها عـشرة أميال عـلى طول القضبـان التي يجرى عليها نحو المحطة، وليكن من العلامة 105 ميلاً إلى العلامة 95 ميلاً، وفي نفـس الفترة من الوقـت **كانت** الأرض تحمل هذه القضبان معها، وتنقلها مائة ميل نحو الشرق خلال دورتها اليومية حول محورها، وربما تحركت 10،000 ميل من مدارها السنوي حول الشمس على حين تجر الشـمس الأرض معهـا، ولعلها تحركـت 100،000, ميـل متجهة إلى أقـرب نجـم، و1 ,000 ,000 ميل مبتعدة عن مجـرة بعيدة، وكل هذه الحركات حقيقية وصادقة بنفس الدرجة، ولكنها كلها نسـبية فحسب بالنسبة لجسم آخر يتحرك.

قد يسـتمر هذا التسلسـل بلا حدود، إلا أن **نيوتن** تخيل أنه لا يسـتمر، فقد اعتقد أن أقصى أجزاء الكون تشغلها كتل هائلة تهيئ نقطة ثابتة تسند إليهـا الحركة، على حين أنها نفسـها تعتبر مقاييس للسـكون المطلق، برغم أنـه عقـب بملاحظة أنـه «**ربما لا يوجد جسـم في سـكون حقيقي، بحيث يمكن أن تسـند إليـه المواضيع والحـركات**» وفيما بعد افترضـوا أن المكان مملوء بأثير شـبيه بالهلام، وافترضوا كذلك أنه يقدم قياسًـا للسـكون التام إلى أن أطاح به مجيء نظرية النسـبية، وبالتسليم بوجود مثل هذه المقاييس، وصف **نيوتن** المكان الذي تؤخذ منه هذه القياسات على أنه المكان المطلق. وهو كما قال: «**طبيعته الذاتية، وبغير اعتبار لأي عامل خارجي، يظل دائما متماثلاً وغير قابل للحركة**» وقد قابل بينه وبين المكان الإدراك الحسي الذي وصفه بالمكان النسـبي - على أساس أنه «**بعد أو مقياس قابل للحركة من المكان المطلق الذي تحدده حواسنا**».

وفي أسلوب مماثل تمامًا، نستطيع أن نميز أربعة معان متميزة للزمن، فهناك زمن تصوري، وزمن إدراكي حسي، وزمن فيزيائي، وزمن مطلق.

الزمن التصوري: هو زمن الديناميكا النظرية، وكل المحاولات المجردة لدراسة التغير والحركة، وهو مثل المكان التصوري لا يوجد إلا في عقل شخص يفكر، وهو يجعله ذا بعد واحد عادة، وإن كانت هذه ليست قاعدة، فمثلاً وجد ديراك Dirac أنه من المناسب أن يقاس الزمن بالعدد، وهو ما يصل إلى افتراض أن الزمن له أبعاد كثيرة بقدر ما نود أن ننسب إليه.

الزمن الإدراكي الحسي: يسجل انسياب الزمن لأي فرد يدرك حسيًا، وهو بهذا متعلق بوعي فرد معين، وينعدم من الوجود بمجرد أن يفقد هذا الفرد وعيه، وتدلنا الخبرة على أن عمليات الإدراك الحسي لجميع الأفراد تقع على سلسلة خطية واحدة - أي أنها تأتي الواحدة تلو الأخرى وبذا فالزمن الإدراكي أحادي البعد.

الزمن الفيزيائي: هو زمن العالم النشط للفيزياء والفلك وهو عام كالمكان الفيزيائي، وعلى العكس من الزمن التصوري أو الإدراك الحسي فهما خاصان، كذلك وجد العلم أن النسق الذي تسير عليه الأحداث يتوافق هو وافتراض أن كل الأحداث يمكن ترتيبها بشكل موحد في تسلسل خطي واحد، والموضع على هذا التسلسل هو الذي يحدد الزمن، ويسمح هذا بعدد لا نهائي من الطرق لقياس الزمن بحيث يجب الاتفاق على مفهوم لكيفية القيام بالقياس الفعلي. ونحن نتفق على اختيار بعض الحركات التي تكرر نفسها بانتظام، مثل حركة

الأرض في مدارها، لنجعل منها (ساعة) ويحتسب كل تكرار لهذه الحركة كوحدة للزمن - وفي هذه الحالة بالذات تكون وحدة الزمن سنة كاملة، وهي وحدة كبيرة جدا بالنسبة لمعظم الأغراض العملية، فلابد من اكتشاف حركات أخرى تتكرر بانتظام، مثل تذبذبات البندول أو اهتزازات إحدى البلورات، فهي حركات تتكرر مرارًا في السنة، وتهيئ لنا الوحدات التي نحتاجها في حياتنا العامة، وفي الأبحاث العلمية التي يدخل فيها الزمن.

الزمن المطلق: وهو المناظر للمكان المطلق، رأينا كيف أنه يمكن تركيب ساعة، لتعطينا قياسًا مناسبًا للزمن في أي نقطة من المكان، ومشكلة تزامن الساعات المختلفة في الأجزاء المختلفة من المكان سنعود إليه فيما بعد، فلو كان الضوء ينتقل بسرعة لا نهائية فمن السهل ضبط الساعات البعيدة مثلا نضبط ساعات أيدينا على ساعة الجامعة، وعندما أهمل **نيوتن** أن سرعة انتقال الضوء محدودة، سلم بإمكانية القيام بذلك، كما سلم بأن هناك زمنا كونيًا. «ينساب باطراد» وبغير اعتبار لأي عامل خارجي، على امتداد الكون، وهذا ما نصفه بالزمن المطلق.

ما هما المكان والزمان:

لا توجد صعوبة في فهم معنى المكان التصوري أو الإدراكي الحسي، أو معنى الزمان التصوري أو الإدراكي الحسي، لأنها من مبتكراتنا الخاصة، وكل هذه المعاني تتواجد في وعينا الشخصي، وتنعدم من الوجود عندما يتوقف الوعي عن العمل، ولكن عددًا كبيرًا من الآراء قد طرحت حول الأهمية الحقيقية للمكان والزمان الفيزيائيين.

فالعلم تبنى وجهة نظر نسبية عن عالم الطبيعة، وسلم بأن إدراكاتنا الحسية، مصدرها أشياء ذات وجود حقيقي - مثل النجوم، والطوب، والذرات... إلخ - وهذا الوجود خارج عقولنا ومستقل عنها، فإذا انعدمت عقولنا من الوجود أو توقفت عن العمل فإن النجوم والطوب والذرات تظل موجودة، وقادرة على إحداث إدراكات حسية في عقول أخرى، ووجهة النظر هذه تجعل للمكان والزمان وجودًا حقيقيًا كوجود الأشياء المادية، فهما موجودان من قبل أن يظهر العقل في العالم، وسيظلان موجودين بعد فناء كل العقول.

وفي مقابل هذا أبرزت الفلسفة إمكانية وجود آراء مختلفة، فهي مثلاً ترى أننا لا نعرف غير أنفسنا وغير ما هو في داخل عقولنا، أما ما هو خارجها فليس في وسعنا أكثر من أن نخمنه، والتخمين قد يؤدي إلى الخطأ، وتفترض الفلسفات الذهنية أو المثالية أن ما هو خارج العقل ليس له الوجود الخاص الذي يفترضه أصحاب المذهب الواقعي، لأن الوعي أساسي في العالم، والأشياء التي افترض أنها حقيقية والتي تحدث إدراكاتنا الحسية هي من خلق عقولنا وعقول الآخرين، وليس هناك مبرر لأن نضفي على المكان والزمان درجة من الحقيقة أعلى مما نضفي على الأشياء التي تعينها في المكان والزمان، والنتيجة أنها يصبحان أيضًا من المبتكرات الذهنية، وبهذا يصبح المكان والزمان التصوريان والإدراكيان على نفس الدرجة من الحقيقة مثل أي شيء آخر، على حين يصبح المكان والزمان الفيزيائيان مجرد محاولات للتعميم الذهني من هاتين الحقيقتين، ويناقض هذا رأي أصحاب المذهب الواقعي فهم يرون أن المكان والزمان

الفيزيائيين حقيقيان، على حين أن المكان والزمان التصوريين والادراكيين لا يزيدان على مجرد انعكاسات وتجريدات من هاتي الحقيقتين.

وفي العصور الحديثة كان أول من تعرض لطبيعة المكان والزمان هو نقولاس الكوزاني 1401 - 1464 فقد اعتقد أن المكان والزمان من إنتاج العقل، وعلى هذا فهما في درجة من الحقيقة أدنى من العقل الذي خلقهما، وفي مقابل هذه النتيجة الفلسفية الصرفة، نرى **جوردانو برونو** (1548-1600) يتعرض للمكان والزمان من الناحية الفلكية فيرى أن العبارات: (فوق)، و(تحت) و(ساكن) و(متحرك) ليس لها معنى في عالم تستمر فيه الشموس والكواكب في الدوران إلى الأبد دون أن تعرف أي مركز ثابت، وعلى هذا فالحركات كلها نسبية وهو نفس ما أقنع به **ألبرت أينشتاين** العالم بعد ذلك - والمكان والزمان المطلقان لابد أنها من تلفيق الخيال، وكانت لدى **لايبنتس** (1646 -1716) آراء مماثلة لذلك، فقد اعتقد أن المكان والزمان لا يوجدان بذاتها ولكن بنسبتها للأشياء، فالمكان ما هو إلا ترتيب الأشياء التي تتواجد معًا، والزمان ترتيب الأشياء التي تتعاقب، فكل هؤلاء المفكرين اختصروا المكان والزمان إلى المكان والزمان التصوريين والإدراكيين، في حين جعلوا المكان والزمان الفيزيائيين بلا وجود حقيقي، أما المكان والزمان المطلقان فلم يتعرضوا لها على الإطلاق.

ثم أتى إسحاق **نيوتن** (1642-1727) ليعارضهم جميعًا، فقد سلم ضمنيًا بأن المكان والزمان ليسا مجرد تابعين للوعي بل هما موجودان بذاتها، وأتى بالفرضية العلمية التي ترى أن القياسات المطلقة للمكان والزمان ممكنة على الأقل من حيث المبدأ.

مناقشة كانت، للمكان والزمان:

بـدأ **كانت**، مناقشـته حول المـكان والزمان بأن طرح الأسـئلة التالية: **مـا هما المـكان والزمان؟ هل لها وجـود حقيقي؟ أو هما مجـرد علاقات بين الأشـياء؟** وإن كانا مجرد علاقات بين الأشـياء فهـل تنتمي هذه العلاقات إلى الأشـياء حتى إن لم تدرك الأشـياء حسـيًا؟ أو بمعنـى آخر هل هما من ابتكار العقل الذي يدرك حسيًا؟

لم يميـز **كانت**، بـين الأنـواع المختلفة من المـكان والزمـان التي مررنا عليهـا، ولكنه تعرف عليها كلها على أنها المكان والزمان الإدراكيان وكان رأيه عمومًا أن المكان ليس له وجود حقيقي بذاته، ولكن عقولنا تتقدم به عـلى أنـه هيكل لترتيب الأشـياء، بحيث لا يصح أن نتكلـم عن المكان أو امتداد الأشـياء وغيرها إلا من وجهة النظر الإنسـانية فقط، والمكان ليس تصـورًا مشـتقًا من خبرة خارجية، بل هو تمثـل قبلي ضروري يصلح لكي تؤسس عليه كل الإدراكات الحسية الخارجية، والزمان أيضا ليس تصورًا تجريبيًـا، وليـس له وجـود حقيقي خـاص به، وعـلى حين يصلـح المكان لتمثلات الإدراك الحسي الخارجي، نجد الزمان يصلح لتمثلات الإدراك الحسي الداخلي - إدراك الذات، وإدراك حالاتنا الداخلية.

حاول **كانت** أن يبرر هذه الآراء وهو يناقش نقيضته الأولى antinomy، والمقصـود بالنفيضـة عنـد **كانت**، أنهما تأكيـدان متناقضـان يتأكد أحدهما ببطلان الآخر، ويقول **كانت**، إننا نجعل التأكيدين يتنازعان ليس بغرض الحكـم لصالح أحد الجانبين، بل لنكشـف عـما إذا كان موضوع النزاع لا يزيـد عن مجرد وهـم، على حين يجاهـد كل جانب عبثًا للوصول إلى هدفه،

مع أنه حتى لو وصل إلى هدفه لن يكسب شيئًا، وبعد أن يجد كل جانب أنه قد أرهق نفسه بدلاً من أن يجرح خصمه، سيكتشف الجانبان عدمية سبب الشجار، وسينفضان وهما صديقان حميمان. والأفكار الجديدة التي تسترضي المتنازعين توصف بأنها حل النقيضة، وهذا الحل قد يكون صادقًا أوغير صادق، ولا يمكن البرهنة على صدقه إلا إذا أثبتنا أنه يقدم الحل الفريد للنقيضة، وليس بطريقة أخرى، ولو أنه أغفل هذه النقطة.

أول نقيضة **لكانت**، تتألف باختصار من تأكيدين بأنه من المستحيل أن نتصور أن:

(أ) العالم له بداية في الزمان، وهو أيضا محدود في المكان.

(ب) العالم ليس له بداية في الزمان، وليس له حدود في المكان.

والمبررات التي يقدمها لكي يرفض البديلين كليهما تبدو غير مقنعة على الإطلاق، يراها العقل العلمي المعاصر لا معنى لها، فليس هناك مبرر لكي نربط بين لا نهائية المكان ولا نهائية الزمان كما فعل **كانت**،، فعلماء الرياضيات تناولوا بالدراسة خواص الأكوان التي يكون فيها المكان محدودًا والزمان غير محدود، ولم يجدوا أي نوع من عدم الاتساق المنطقي، فمن السهل أن نتناول الزمان والمكان كلاً على حدة.

عارض **كانت** البديل (ب) فاحتج بأن أي كمية لابد أن نعتبرها تركيبة من وحدات كمية منفصلة يعقب بعضها بعضًا، فمثلا الكيلو متر يعتبر طولا لـ 1000 مسطرة طول كل منها متر وقد وضعت إحداها عند نهاية الأخرى، فإن كانت الكمية لا نهائية، لن يمكن للتركيبة أن تستكمل أبدا؟

وهذا في رأيه هو التعريف الحقيقي للانهائية، ومن ثم فإن هذا يستتبع دون الوقوع في خطأ، أن أبدية تتكون من حالات فعلية متعاقبة حتى لحظة معينة (ولتكن اللحظة الحاضرة) لا يمكن أن تكون قد نشأت، وأن العالم لهذا السبب لابد أن يكون له بداية.

في هذه القضية بعض الكلمات المهمة مثل «لا يمكن أبدا استكمالها» نريد مثلا أن نعرف من أو ما الذي لا يمكن استكماله؟ ولماذا يريد ذلك؟ وهل يريد استكمالها في تخيله أو في الحقيقة؟ وإلى أن تصلنا بعض المعلومات، فالقضية لا تزيد على بعض الكلمات التي لا معنى لها.

وبخلاف هذا، فالقضية فاشلة لأن أي كمية يمكن تناولها بطريقة أخرى غير أن تتعاقب على شكل وحدات منفصلة، فلماذا يجب التفكير في الكيلو متر على أنه 1000 متر؟ لماذا لا يكون نصف كيلو متر متعاقبين؟ أو لماذا لا ننظر إليه ببساطة على أنه كيلو متر واحد؟ إننا بمجرد أن نوافق على الاحتمال الأخير، تتهاوى قضية **كانت** لأننا في هذه الحالة سوف نزيد في طول المكان أو الزمان بمقدار وحدة القياس كما هي حرفيًا Pari Passu وبرغم أن أعمارنا المحدودة أقصر من أن تسمح لنا بتخيل الأبدية على أنها تعاقب للساعات أو الأعوام، فمازلنا نستطيع التفكير فيها على أنها أبدية واحدة.

وفي معارضته لـ(1)، يحتج **كانت**، بأنه لو كان للعالم بداية في الزمان فلابد أنه كان هناك زمان خال من العوالم، ولكن ليس هناك سبب لوجود أي شيء يبدأ في زمان خال، لأنه لا جزء من هذا الزمان يتضمن حالة كينونة متميزة تكون أفضل من اللاكينونة (العدم). وعلى ذلك فلا يمكن أن تكون للعالم بداية.

وهذه الحجة تسقط لأنه سلم بأن الزمان قد سبق العالم، فهذا لم يكن الرأي المألوف للفلسفة، **فافلاطون** مثلاً رأى أن الزمان والسموات وجدا في نفس اللحظة، وكتب القديس **أوغسطين** Augustine:

Non in tempore sed cum tempore finxit Deus mundum

«ولم يشكل الله العالم في الزمان، ولكن مع الزمان»، و**كانت**، نفسه يقول بأن الزمان ليس موجودًا بذاته، بل هو «**شكل الحالة الداخلية أي لإدراكاتنا لذواتنا ولحالاتنا**» فإن كان الزمان في داخل ذواتنا، ونحن في داخل العالم، فلابد أن يكون الزمان في العالم، وأنه لمن تحصيل الحاصل أن نقول إن العالم موجود في الزمان.

وبعد أن يورد **كانت**، قضايا مماثلة بخصوص المكان، يرى أن الحل هو أن المكان والزمان ليس لها وجود حقيقي، بل **هما مجرد شكلين للإدراك الحسي البشري**، وعلى هذا فهما من خلق العقل البشري وحده، ونحن أحرار في تصور البديل (أ) مرة والبديل (ب). مرة أخرى، فهذا لا يزيد في تناقض طرف النقيضة، مثلاً يحدث أن نرسم الخرائط مرة باستعمال **مسقط مركاتور** وهي إحدى طرق الإسقاط الإسطواني المستعملة في رسم الخرائط، اخترعها العالم الجغرافي ورسام الخرائط الفلمنكي **جيراردوس مركاتور** ومرة أخرى بالمسقط المجسم، ونحن أحرار في استعمال ما يخدم أغراضنا بطريقة أفضل ولكن حتى لو كانت الحجج التي ساقها **كانت**، صحيحة، فلسنا ملزمين بتقبل والحل، الذي يراه، لأنه حتى لم يحاول إثبات أنه الحل الوحيد الممكن.

وهناك ثلاثة من التأملات التي تتعرض لمشكلة المكان والزمان، ولعل هذا هو موضعها على ضوء تأثيرها في مبادئ **كانت**، عن المكان والزمان.

السرعة المحدودة للضوء:

يستغرق الضوء فترة من الزمن لكي ينتقل خلال المكان، ويبدو أن **كانت**، لم يكن يعرف هذه الحقيقة برغم أن الفلكي الدنماركي **رويمر** Roemer اكتشفها منذ عام 1675، فكوكب المشتري له عدد من الأقمار التي تدور من حوله بنفس النظام الذي يدور به القمر حول الأرض، وعندما عرفت الفترة التي تستغرقها دورة كل قمر للمشتري، بدا أنه من السهل أن يوضع جدول زمني لحركات أي قمر في المستقبل، ووضع **رومر** هذا الجدول الزمني، ولكنه وجد أن الأقمار لم تلتزم به، فقد وجد أن الأقمار تتأخر وتتخلف عن زمنها المحسوب عندما يكون المشتري أبعد عن المسافة المتوسطة بينه وبين الأرض، على حين تأتي مبكرة عن توقيتها عندما يقترب المشتري من الأرض، واكتشف رومر أن الاختلافات التي شاهدها يمكن تفسيرها إذا افترضنا أن الضوء ينتقل خلال الفضاء بسرعة محددة وموحدة، وعلى هذا فالاختلافات الظاهرة تعتمد على الزمن الذي يستغرقه الضوء في انتقاله من المشتري إلى الأرض وتأكدت صحة هذا التفسير تأكدًا راسخًا عندما اكتشف **برادلي** ظاهرة التشوه سنة 1725.

وهذا يرينا أن المكان والزمان ليسا مستقلين تماما عن بعضها، كما تصور **كانت**، وآخرون غيره، بل على العكس؟ لابد أن هناك علاقة وثيقة بينهما.

وحدة المكان - الزمان:

كانت نظرية النسبية هي التي كشفت عن طبيعة هذه العلاقة، ففيما سبق افترض **نيوتن** أن كل الأشياء يمكن أن توضع في المكان المطلق الذي اقترحه، وأن كل الأحداث حيث تقع يمكن أن يحدد لها موضع بطريقة موضوعية خاصة على تيار الزمن المطلق دائم التدفق، كانت هذه المسلمات كافية لتلاءم مع غرضه، ومع المعرفة العلمية للقرن السابع عشر، ولكن الأبحاث التي تلت ذلك بينت أنها لا تكفي لتفسير انتقال الضوء وسلوك الأشياء التي تتحرك بسرعة كبيرة تسمح بمقارنتها بسرعة الضوء، ثم أتت النظرية الفيزيائية للنسبية لتقترح، وإن كان ذلك بدون دليل مقنع حاسم، أن المكان الفيزيائي والزمان الفيزيائي ليس لها وجودان منفصلان ومستقلان، بل يبدو أنها أقرب إلى تجريدين أو اختيارين من شيء أكثر تعقيدًا، هو مدمج المكان والزمان الذي يتضمنها معًا.

من الطبيعي دائمًا أن تأخذ أي شيئين من طبيعة متشابهة، وأن ندمجها معًا في وحدة منفردة تتضمن كليهما، وقبل مجيء نظرية النسبية لم يتخيل أحد أن المكان والزمان متماثلان في طبيعتها بما يكفي لإضفاء أهمية خاصة على ناتج إدماجهما، ولكن ثبت أن مثل هذا الإدماج له أهمية مذهلة في تفهم الفيزياء.

يمكن اعتبار أي مكان من النوع المألوف ثلاثي الأبعاد وكأنه معلق على هيكل ذي ثلاثة خطوط متعامدة، وهذه الخطوط تشير إلى ثلاثة اتجاهات متعامدة في المكان مثل: الشرق - الغرب، والشمال - الجنوب، وفوق - تحت، والشخص الذي يراقب مكانه الإدراكي يعامله عادة بهذه

الطريقة، وعالم الرياضيات يعامل مكانه التصوري بنفس الطريقة فيما عدا أنه يستبدل الاتجاهات الثلاثة المتعامدة بتجريدات ذهنية خالصة، يشير إليها عادة بصفر - س، صفر - ص، صفر -ع، فلنتصور الآن أن المكان الإدراكي قد قطع على هيئة طبقات أفقية رقيقة رقة لا نهائية، كما لو كانت قطعة من اللحم البقري وقد قطعها أحد الطهاة الماهرين إلى شرائح رقيقة رقة لا نهائية، إن كل شريحة مفردة في حد ذاتها تشكل مستوى أفقيًا فقط، له امتداد في اتجاهي: الشرق - الغرب، والشمال - الجنوب، وليس له امتداد في اتجاه فوق - تحت، فإذا تصورنا أن تلك الشرائح المتعددة قد رتبت الواحدة فوق الأخرى في مواضعها الأصلية، ثم لحمت سويًا، فسنكون قد استعدنا المكان الأصلي ثلاثي الأبعاد، وعندما أجرينا هذه العملية الأخيرة، لحمنا الرأسي على الأفقي فحصلنا على شيء يختلف عنها، هو المكان ثلاثي الأبعاد.

التصور الآن أنا استبدلنا الشرائح ثنائية الأبعاد بالأماكن الإدراكية الحسية ثلاثية الأبعاد لأحد الأشخاص (1) عند لحظات متعاقبة من خبرته، فلنأخذ كل هذه الأماكن الإدراكية ولنرتبها بجوار بعضها في نظام، وحيث إن هذه الأماكن متجاورة وليست متداخلة، فلابد أولا أن نتخيلها جميعا وقد رتبت في مكان راعى الأبعاد، وإذا تصورنا أنها مدمجة معًا، فسوف تشكل منصة يمكن وصفه بأنه وحدة المكان - الزمان بالنسبة للفرد أ. وهي مكان تصوري من أربعة أبعاد، ولأنه مركب من الأماكن الإدراكية الحسية ثلاثية الأبعاد للشخص المفرد ا، فمن المناسب اعتبار أنه ذاتي وخاص بهذا الشخص.

ويمكننا أن نبتكر وحدة مكان - زمان ثانية من الأماكن الإدراكية الحسية الشخص آخر (ب) والتي نتوقع أنها ذاتية وخاصة بالشخص ب، ولكن نظرية النسبية بينت أن وحدتي المكان - الزمان اللتين ركبناهما بهذه الطريقة منطبقتان، أي أنها نفس الشيء بالنسبة ل ا وب أو أي شخص آخر يدرك حسيًا مثل ج أو د أو هـ..، بمعنى أن وحدة المكان - الزمان التي نركبها من أماكن إدراكية خاصة لأي شخص مفرد قد ثبت أنها عامة، أي موضوعية، فالمكان والزمان منفصلين يعتبران خاصين ولكن عند اندماجها فالناتج عام وموضوعي.

وكما أنه ليس في إمكاننا أن نتكلم عن اليمين والشمال في المكان المألوف، لأن اليمين والشمال لا ينتميان للمكان بل لشخص في المكان، وتقسيم المكان إلى يمين وشمال لا معنى له إلا بالنسبة لشخص معين، فبنفس الطريقة لا يمكننا أن نتكلم عن المكان أو الزمان في وحدة المكان - الزمان، لأن المكان والزمان منفصلين لا ينتميان لوحدة المكان - الزمان، بل لأحد الأشخاص فيها، ولتحديد المكان أو الزمان الخاصين بأحد الأشخاص فإننا نكون في حاجة إلى المشاهدات التي يقوم بها بنفسه أو مستعينا بمعمل مجهز بآلات التصوير ومختلف أجهزة القياس التي تفي بالغرض.

إن المشاهدين اللذين يظلان متقاربين سيكون لها نفس المكان الإدراكي، أما إذا كانا يتحركان بسرعتين مختلفتين، أي يغيران مواضعهما النسبية، فسوف يكون لها مكانان إدراكيان مختلفان، ونظرية النسبية أوضحت أن تلك الأماكن الإدراكية المختلفة يمكن الحصول عليها

إذا أخذنا مقاطع عرضية في اتجاهات مختلفة من وحدة المكان - الزمان أو بعبارة أخرى: **كل مدرك يقسم وحدة المكان الزمان العامة إلى مكان وزمان بطريقته الخاصة وطريقة التقسيم تعتمد على سرعة حركته.**

ولتقريب ذلك من أذهاننا، يمكننا أن نستعمل تشبيهًا وإن لم يكن دقيقًا تمامًا، فنحن نعلم أن الكرة لها أي عدد من الأقطار المختلفة تشير إلى اتجاهات مختلفة، وليس من الدقة أن نقول إن أحد هذه الأقطار بلذات هو ارتفاع الكرة، فكل قطر يمكن أن يعتبر ارتفاعًا للكرة إذا أدرنا الكرة بطريقة معينة بحيث يشير هذا القطر إلى أعلى، ومادامت الكرة ليس لها علاقة بأي شيء آخر فإن الحديث عن الارتفاع والسمك والطول لا معنى له، وبنفس الأسلوب يكون الزمان والمكان بلا معنى إذا طبقناهما على المتصل رباعي الأبعاد مجردًا، ولكن كما يحدث عندما توضع الكرة على أرضية أفقية فيصبح قطرًا معينًا هو الارتفاع، فكذلك عندما تضع أحد العلماء أو المشاهدين داخل المتصل رباعي الأبعاد لكي يقيس أو يستكشف فيه، فإنه يتعرف فورًا على أحد الاتجاهات على أنه الزمان، وهذا الاتجاه يعتمد على السرعة التي يتحرك بها المشاهد.

والمشكلة التي تواجهنا الآن هي إيجاد طريقة لتقسيم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين، بحيث لا يعتمد التقسيم على الظروف الخاصة للشخص الذي يدركها، فإن أمكن إيجاد هذه الطريقة، سوف نجد أن المكان والزمان اللذين نحصل عليها هما نفس المكان والزمان المطلقين الذين عرفها **نيوتن**، أما إذا لم نستطع العثور على مثل هذه الطريقة، فإن هذا لا ينفي إمكانية وجودها ولا إمكانية وجود المكان والزمان المطلقين

فلعلها بكل بساطة لم يكشفا عن نفسها، ويبدو أنه من المستبعد اكتشاف مثل هذه الطريقة إطلاقًا، فما دمنا نتناول بالبحث الفيزياء المألوفة - أي فيزياء المقاييس الإنسانية، فنحن نعرف أن النسق الذي تسير عليه الأحداث بنصف بما يقرب من درجة الكمال، ولهذا فلابد من وصفه على ضوء وحدة المكان - الزمان ككل، وليس على ضوء أبعادها المنفصلة لأنها لا تحقق الموضوعية الكاملة.

وبرغم أن الفيزياء التي تناول مستوى المقاييس البشرية تعجز عن الفصل بين المكان والزمان، فإن الفيزياء الذرية أو الفلك - أي الفيزياء على مستوى المجرات - قد يقومان بدور آخر، وربما يساعدنا ضرب الأمثلة على شرح ذلك.

فلنتخيل جنسًا من أسماك البحار العميقة، يعيش في أعماق المحيط بحيث لا ينفذ إليه أي شعاع من ضوء الشمس، هذه الأسماك لها نفس كثافة الماء الذي تعيش فيه، بحيث يسهل عليها أن تسبح إلى أعلى مثلاً تسبح إلى أسفل، ولتخيل أنه ليس لديها أي وسيلة للتمييز بين الاتجاهات، فلو أن هذا الجنس من الكائنات تناول الظواهر الفيزيائية بالدراسة لوجد أن قوانين البصريات والكهربية، والمغنطيسية... إلخ لا تميز بين الاتجاهات المختلفة في المكان، لعل هذه الكائنات تزعم أن الطبيعة تعامل كل الاتجاهات على قدم المساواة، ولأن أفراده لا يملكون أي وسيلة لتمييز الأفق من الرأسي فسيصفون الاتجاهات المختلفة بطريقة ذاتية صرفة، فالحديث عن فوق وتحت لا يشير إلى اتجاهات محددة بالنسبة لمركز الأرض بل بالنسبة لبطونهم وظهورهم، ولن تكون لديهم معرفة

موضوعية عن الشمال والجنوب والشرق والغرب، بل عن اتجاهات ذاتية يصفونها باستعمال كلمات مثل أمام وخلف ويمين وشمال.

في هذا المثل الذي ضربناه، يقوم التشبيه بين جنس الأسماك وعلماء الفيزياء الذين يدرسون الفيزياء في عالم المقاييس الإنسانية، على حين يتشابه المكان ثلاثي الأبعاد الذي تسبح فيه الأسماك مع وحدة المكان - الزمان رباعية الأبعاد التي عرفنا من نظرية النسبية أننا موجودون فيها، ومثلما لم تجد الأسماك أي وسيلة التقسيم مكانها إلى أفقي ورأسي كذلك لم تهيئ لنا طبيعة المقاييس الإنسانية أي وسيلة لتقسيم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين.

والآن فلنفرض أن إحدى السمكات غامرت بالسباحة نحو سطح البحر، إنها لم تعد تدرس الطبيعة بالمقاييس السمكية، بل على مستوى العالم كله، وهي عندما فعلت هذا وجدت مدى كاملاً من الظواهر الجديدة، من بينها أن هناك سطح موضوعيًا قد هيأته الطبيعة، يحدد لها فورًا الاتجاهات الأفقية والرأسية في المكان بطريقة موضوعية تامة.

أما نحن فعندما ننتقل من فيزياء المقاييس الإنسانية إلى الفيزياء الفلكية، فهناك احتمال بأن نمر بتجارب شبيهة بالتي مرت بها السمكة المغامرة، فالفرضية العلمية التي ترى أنه لا وجود للمكان والزمان المطلقين قد تشيع النظام في فيزياء المقاييس الإنسانية، ولكنها فيما يبدو تبعث الفوضى في علم الفلك، وعلى ذلك فقد لا تكون الفرضية على صواب، لقد رأى نيوتن أن الكتل الشاسعة التي تحتل أبعد أجزاء الكون قد تصلح كهيكل يمكننا من قياس السكون والحركة المطلقين، ولعلنا نحتاج إلى ما يشبه هذا

إذا أردنا أن نعطي معنى للنسق الذي تجرى عليه الأحداث، كما كشف عنه مؤخرًا علم فلك المعجزات، إن علم الفلك الحديث مطالب بإيجاد طريقة لتحديد الزمان المطلق، وعندها سوف نطلق عليه اسم الزمان الكوني، وعلى ذلك تنقسم وحدة المكان - الزمان إلى مكان وزمان منفصلين بواسطة الطبيعة نفسها، وبغير ذلك يظل كافة المشاهدين كما هم ؛ كل منهم بقسم وحدة المكان - الزمان إلى مكانه الإدراكي الخاص وزمانه الإدراكي الخاص.

مكتبة
t.me/soramnqraa

نظرية النسبية:

تلك الملاحظات التي مررنا بها تجسم الخلاصة الرئيسية لنظرية النسبية المحدودة أو الفيزيائية، التي وضعها **ألبرت أينشتاين** سنة 1905، ولابد أن نتذكر دائمًا أن هذه النظرية استنتاج ما نشاهده في نسق الأحداث، وهذا النسق لا يمكن أن نعبر عنه إلا بلغة رياضية، لذلك لا يمكن التعبير عن نظرية النسبية بدورها إلا بلغة الرياضيات، فهي تتناول مقاييس الأشياء لا الأشياء نفسها، ولهذا السبب لن نعرف منها أي شيء عن طبيعة المكان أو الزمان.

ومع ذلك، فهي تبين أن المقاييس الرياضية للمكان والزمان متشابكة ومندمجة، ولهذا قد يكون من المقبول أن نفترض أن المكان والزمان نفسيهما لهما نفس الطبيعة، أي أنها مندمجان، والتمييز بين المكان والزمان كشكلين للإدراك الحسي للخبرة الخارجية والداخلية وهو رأى اشترك فيه مع **كانت**، عدد كبير من الفلاسفة لم يعد مقبولاً بالنسبة للمكان والزمان الفيزيائيين، وإن كان مقبولاً بالنسبة للمكان والزمان الإدراكيين.

إن وحدة المكان - الزمان التي عرفناها عن طريق نظرية النسبية تظهر بوضوح في أفكار الفيلسوف صمويل ألكسندر (1859 - 1938) فيلسوف بريطاني، أسترالي المولد. فهو يفترض أنها الحقيقة الأولية التي نشأت منها كل الأشياء، ويرى أن المكان - الزمان الخالصين هما أكثر الأشياء بساطة وبدائية في العالم، ومنها انبثقت أنواع مختلفة من المادة، ثم نرتقي بالتدريج فنجد الحياة ثم الوعي ثم الألوهية، لقد رأى كل مفكري القارة الأوربية الذين ذكرناهم أن المكان والزمان من خلق العقل، أما ألكسندر فقد رأى أن العقل من خلق المكان والزمان.

تمثلات في المكان والزمان:

في النهاية، بقي أن نلاحظ أن العلم وشتى الفلسفات المادية ظلوا على مدى القرون يفترضون أن كل الأشياء والأحداث، بل والكون بأكمله يمكن ترتيبهم في المكان والزمان، ولكن العلم المعاصر وجد أن مثل هذا الترتيب غير ملائم، إن اشعاعات الضوء وموجات الصوت وغيرها من الرسل الذين يحملون إلينا أخبارًا عن أحداث العالم الخارجي يمكن أن نعتبر أنهم ينتقلون في المكان والزمان، ومثل هذا المثل متسق مع ذاته، وله معنى، ويعطينا تعليقًا منطقيًا عن ادراكاتنا الحسية، ولكننا سوف نرى «فيما بعد أننا لسنا أحرارًا في تصوير الأحداث التي تبعث بهؤلاء الرسل على أنها تقع في المكان والزمان» فمثل هذا التفسير لا معنى له ولا يؤدي إلى نظرة منطقية للكون، وسوف نجد في الحقيقة ما يمنع المثل في المكان والزمان، وعلى هذا فالمكان والزمان لا يمكن أن يحتوي على الحقيقة بأكملها، بل على رسل الحقيقة إلى حواسنا فحسب.

أشكال الإدراك والفهم عند (كانت)

إلى جانب شكلي الإدراك الحسي - المكان والزمان وقد تحدثنا عنها، تتضمن «الغرابيل الذهنية» كما رآها **كانت**، اثنتي عشرة مقولة، أو شكلاً للفهم، ولن تحتاج للإسهاب في تناول هذه المقولات، فهناك مقولة واحدة يهتم بها العلم هي مقولة السببية ، على حين أن بقية المقولات تهم المنطق، رأى **كانت**، أن عقولنا قد جهزت بحيث نرى تتابع الأحداث على ضوء علاقة السبب بالنتيجة.

والمقولات تظهر بأسلوب يختلف عنها لدى الفلاسفة الآخرين، فهي عند **أرسطو** أشكال لتركيب العالم لا العقل، أما هيجل فقد اعتبرها أشكالاً للفكر في العقل المطلق، ثم عاد **ألكسندر** إلى المفهوم الأرسطي فاعتبر المقولات أشكالاً للعالم ذاته.

فإذا كانت العقول التي وضعت كل استنتاجات الفلسفة تعمل بأسلوب واحد، أسلوب تأمل الإدراكات الحسية لنفس العالم، ومادام هناك نمط واحد من العقول وعالم واحد تتأمله هذه العقول، فليس أمامنا وسيلة نقرر بها إن كانت أشكال الإدراك والفهم لدى **كانت**، تنتج من تركيب العالم أو من تركيب العقل الذي يدرك العالم.

ولكننا رأينا كيف قدمنا العلم الحديث مؤخرًا إلى عالمين جديدين وكيف أن عالم العلم الحديث يمكن تقسيمه إلى ثلاثة أقسام متميزة للغاية: ففي المركز عالم المقاييس الإنسانية، وعلى أحد جانبيه العالم الدقيق للفيزياء الذرية، وعلى الجانب الآخر عالم الفلك الشاسع وفي الأقسام الثلاثة تسود نفس قوانين الطبيعة، ولكن جوانب مختلفة منها هي التي

تتخذ الصدارة في كل عالم، حتى نكاد نستثني الجوانب الأخرى تمامًا، إلى درجة أننا قد نعامل الأقسام الثلاثة على أنها عوالم ثلاثة مختلفة، تسري فيها مجموعات مختلفة من القوانين، ومع ذلك فمازالت العقول البشرية التي تدرسها هي نفسها في كل حالة، وعليها أن تتقدم لدراستها كلها بنفس التفكير.

هذان العالمان الجديدان قدما إلينا أداة تختبر بها المعرفة القبلية، فإذا كانت تمثل خاصية فطرية في العقل، فلابد أن نجد تأكيداتها صادقة في كل العوالم، ولكن ثبت أن معظمها يصدق فقط في العالم الذي نستطيع أن نراه وندرسه بدون استعمال الأجهزة العلمية، لهذا استنتجنا أن مثل هذه المعرفة لم تفطر في العقل الإنساني بل ترسبت في عقولنا من أثر خبرات عالم المقاييس الإنسانية، ولو أننا من سكان عالم الالكترونيات أو عالم المجرات فلعل الخبرة كانت تترك أثرًا مختلفًا في عقولنا، وعندها ربما يصف أصحاب النزعة العقلية المعرفة الجديدة بأنها قبلية.

يمكننا أن نختبر نظرية المعرفة عند **كانت**، بطريقة مشابهة، فأشكال الإدراك والفهم التي لها صلة بالعلم - وبالتحديد السببية وإمكانية المثل في المكان والزمان - تسود في عالم المقاييس الإنسانية، وليس في عالم الفيزياء الذرية ذي المقاييس الدقيقة والذي لا نعرفه إلا من خلال الأجهزة العلمية، فلو كانت أشكال الإدراك والفهم مساهمات من العقل الإنساني في الطبيعة، لكان من الضروري أن تطبق في العوالم الثلاثة على قدم المساواة ولكنها لا تطبق على العوالم الثلاثة، فنستنتج أنها ليست وسائل فطرية للتفكير الإنساني، بل هي مغروسة في عقولنا، أنها ليست

قوانين نفرضها على الطبيعة بل هي قوانين أرغمتنا الطبيعة على تقبلها لأن معرفتنا عن العالم محدودة، فنحن نظن أن كل شيء يمكن ترتيبه في المكان والزمان لأن العالم الذي ندركه بحواسنا المجردة يبدو وكأنه يسمح بالترتيب في المكان والزمان، وليس سبب ذلك أن الأشياء مرتبة على هذا النحو، بل لأن ارسالها إلى أعضاء حسنا تنتقل خلال المكان والزمان، وبنفس الكيفية نحب أن علاقة السبب بالنتيجة تسري على كل الأشياء، لأن ظواهر عالم المقاييس الإنسانية تبدو متفقة مع قوانين السببية، وتفسير ذلك هو أن الظواهر تخضع لقوانين إحصائية تترك في أعضاء حسنا غير الدقيقة انطباعا عن السببية، إن خبراتنا عن عالمنا الإنساني تخلق في عقولنا عادات للتفكير تتقبل السببية والمتمثل في المكان والزمان بدون جدال، ولا يمكننا أن نتخيل غير ذلك لأننا لم نمارس غير ذلك.

إذا كان هذا صحيحًا، فلن تكون أشكال الإدراك والفهم «**الكانتية**» غمامات تقيد معرفتنا عن العالم الخارجي بل ستعتبر عدسات تركز هذه المعرفة، وهذه المعرفة المركزة ستتعلق بعالم المقاييس الإنسانية فحسب، لأنها خبرة تبلورت من هذا العالم وحده والذين يسكنون في عالم الذرات والإلكترونات لديهم خبرات مختلفة، ولو كان لديهم فيلسوف مثل «**كانت**» وله تركيب ذهني مماثل تمامًا لفيلسوفنا، فربما كان يخرج بمقولات أخرى وأشكال أخرى للحدس ومن الصواب أن نذكر أن كل ما استبقته الفلسفة الحديثة من نظرية **كانت** حول هذا الموضوع، هو أن أشكالاً معينة للتفكير، فطرية، أو مكتسبة، تتسبب في أن تختار عقولنا بتركيبتها الخاصة شيئًا معينًا بدلاً من غيره، إن عقولنا تساهم في الطبيعة

التي تدرسها، وهو رأي يرجع بالصدفة إلى الفيلسوف نقولاس الكوزاني والقرن الخامس عشر.

وحتى هذا القدر الذي تبقي من النظرية يعني القليل، مالم نسلم بإمكانية قيام معرفة قبلية عن الكون الخارجي، لقد وضع **كانت**، نظريته بأكملها بغرض أن يزيل الصعوبات التي واجهت المعرفة القبلية أما إذا تجاهلنا المعرفة القبلية، فلن تحتاج إلى هذه النظرية.

وفي الوقت نفسه **كانت** المعرفة القبلية في حد ذاتها تركيبًا صمم بغرض تأكيد الميتافيزيقا في مهمتها الخاصة بترسيخ مبادئ اللاهوت، فلم يكن **ديكارت** أو **كانت**، معنيين بأن يكون مجموع زوايا المثلث 180، سواء أثبتوا ذلك داخل عقولهم، أو قاسوها بواسطة أجهزتهم أو رأوها بالضوء الواضح للعقل، لقد كان اهتمامها الأساسي يتعلق بالمبدأ: وهو أن يتمكنوا من الادعاء بأن لديهم معرفة لا يمكن تحديها، لأنها لم تصل إليهم عن طريق المداخل الخداعة للحواس، والمعرفة التي أرادوا أن يدعوها لم تكن معرفة عن المثلثات، بل عن الله، والحرية، والخلود، لقد أرادوا أن يقولوا على سبيل المثال - إن الإرادة حرة لأنهم رأوها كذلك بالرؤية الواضحة لعقولهم.

بانقضاء تلك المرحلة من الفلسفة، فقدت المعرفة القبلية أهميتها، وبخلاف المعرفة الرياضية، لم يعد يؤيدها سوى عدد قليل من الفلاسفة، ومع ذلك فما كادت مكانة المعرفة القبلية في الفلسفة تهتز حتى أجريت محاولة لبعثها في الفيزياء.

فلسفة أدينجتون في العلوم الفيزيائية

رأينا كيف رأى **كانت**، ضرورة إنشاء (علم خاص عن الطبيعة) اعتمادًا على المعرفة القبلية المفطورة في عقولنا وحدها، وهو ما وصل إلى درجة الزعم بأن العالم لا يمكن إلا أن يكون من نوع واحد، أو على الأصح لا يمكنه أن يبدو لنا إلا بطريقة واحدة مادامت عقولنا مركبة بطريقة معينة، وعلى هذا فما كان للخالق أن يجعل العالم يبدو لنا مختلفا عما هو عليه.

ويرى سير **آرثر أدينجتون** Sir Arthur Eddington بدوره أنه علينا أن نتمكن من إنشاء ما قد نصفه بأنه علم خالص عن الطبيعة، اعتمادًا على المعرفة القبلية، ولكنه يرى أن هذه المعرفة القبلية تنتمي إلى **نظرية المعرفة** Epistemology، وأنها ليست فطرية، أو بعبارة أخرى أننا لو توصلنا إلى استنتاجات حول العالم الفيزيائي تختلف عما توصل إليه علماء الفيزياء بالفعل بعد قرون من المعاناة في المعامل فسوف نجد في ذلك عدم اتفاق منطقي، وهذا الرأي ينطبق على القوانين العامة للطبيعة لا على موضوعاتها الفردية، كما أن **أدينجتون** عندما يتكلم عن الطبيعة فهو لا يقصد طبيعة موضوعية خارجنا، بل يقصد الطبيعة كما تبدو لنا وهذا الرأي عامة سنفهمه جيدًا إذا ضربنا لذلك مثالاً خاصًا.

رأينا فيما سبق أنه لو كان الضوء ينتقل بسرعة لا نهائية، لكان من السهل من حيث المبدأ أن نجعل كل الساعات في الكون متزامنة، وسيكون ذلك بنفس السهولة التي نضبط بها ساعات أيدينا على ساعة الجامعة، وربما احتجنا في ذلك إلى التليسكوب، ولكن الضوء لا ينتقل بسرعة لا نهائية

لذلك لن نتمكن من جعل الساعات البعيدة متزامنة بهذه الطريقة، ولابد أن يدخل في حسابنا الزمن الذي يستغرقه الضوء لينتقل من إحدى الساعات إلى الأخرى، بل إن نظرية النسبية بينت لنا أن جعل الساعات البعيدة متزامنة - حتى إن أمكن على الإطلاق - يحتاج إلى أسلوب أكثر تعقيدًا من مجرد النظر إلى الساعات البعيدة من خلال التليسكوب.

وعلى مدى السنوات من 1887 - 1905 أجرى عدد هائل من التجارب لأغراض أخرى وربما كانت أي تجربة منها قد دلتنا على مثل هذا الأسلوب، ولكن هذا لم يحدث، والمتفق عليه عامة الآن أن جعل الساعات البعيدة متزامنة أمر مستحيل، ليس بالمعنى الذي يجعل من المستحيل علينا أن نجعل طائرة تنطلق بسرعة 10,000 ميل في الساعة، أي لأن مهارتنا الفنية لم تتقدم بعد بما فيه الكفاية - ولكن بالمعنى الذي نقصده عندما نقول إنه من المستحيل أن نرسل طائرة إلى القمر - لأنه كما بينت المشاهدة، فالطبيعة لم تهيء الوسط الذي تحلق فيه الطائرة من الأرض إلى القمر، وبرغم أننا نعبر عن النتيجة الأساسية للنظرية الفيزيائية للنسبية بقولنا إنه من المستحيل أن نحدد سرعة مطلقة في الفضاء، فإنه يمكن تقريبًا بنفس الدرجة من الصحة أن يعبر عنها بأنه من المستحيل أن نجعل الساعات البعيدة متزامنة.

هذا الاستنتاج توصلنا إليه من خلال عدد هائل من التجارب العلمية التي عممناها، ولكن دعنا نتخيل أن هناك جنسًا من الكائنات التي تعرف بدون الحاجة إلى التجارب العلمية أنه من المستحيل أن نجعل الساعات البعيدة متزامنة، وتجنبًا للتكرار الممل فلنطلق عليهم

اللاتزامنيين، ولن يخطر ببال هذه الكائنات أن تجرى مثل تلك المجموعة الكاملة من التجارب المذكورة، لأن اعتقاداتها الداخلية، ستدلها على تلك الاستنتاجات بدونها، ولو كان لديهم من يماثل فيلسوفنا (**كانت**) لوصف ذلك بالمعرفة القبلية، أما إن كان لديهم من يماثل **ديكارت** لكان أوضح أن تلك المعرفة لاستقلالها عن كل خبرة على درجة من اليقين أسمي مما نشتقه من خلال عدد محدود من التجارب، لأن أي تعميم من هذه التجارب قد تعارضه تجارب أخرى.

نعود إلى **أدينجتون**، فنجده يزعم - باختصار - أنا أنفسنا لاتزامنيون، وأن لدينا في عقولنا معرفة عن استحالة جعل الساعات البعيدة متزامنة، بل إنه يصف هذه المعرفة مثل (**كانت**) على أنها قبلية - فهي «معرفة لدينا عن الكون الفيزيائي سابقة على مشاهدته الفعلية» ومثل **ديكارت** يزعم أن لها درجة من اليقين أعلى مما يمكن اكتسابه من خلال التجربة - «التعميمات التي يمكن التوصل إليها من خلال نظرية المعرفة epistemologically يمكن الركون إليها على عكس التعميمات التي توصلنا إليها تجريبيًا، وهذه المعرفة القبلية أو الإبستمولوجية، لا تقتصر على عدم التزامن، فما هو إلا مثل هين، إن **أدينجتون** يماثل «**كانت**»، في إيمانه بأن «كل قوانين الطبيعة التي تصنف عادة على أنها أساسية، يمكن التنبؤ بها كلية من خلال اعتبارات أبيستمولوجية» بل إنه «ليس فقط قوانين الطبيعة بل أيضا ثوابت الطبيعة يمكن استنتاجها من خلال اعتبارات أبيستمولوجية حتى أننا يمكن أن نمتلك عنها معرفة قبلية»، ونتيجة ذلك أن «العقل الذي لم يألف كوننا، والذي اعتاد على نظام التفكير الذي يفسر به العقل الإنساني

لنفسه محتوى خبرته الحسية، لابد أنه قادر على اكتساب كل المعرفة عن الفيزياء التي اكتسبناها من خلال التجربة وهو لن يستنتج الأحداث والموضوعات الخاصة بتجاربنا، ولكنه يستنتج التعميمات التي أسسناها عليها».

وهكذا يرى **أدينجتون** أن هذا النوع الأساسي من المعرفة ينتج من تركيب عقولنا، التي أصبحت مؤهلة من جديد لكي نعتبرها مانحة القوانين الطبيعة بالمعنى **الكانتي**، وعلى هذا فلا داعي أبدا لبناء المعامل إلا لدراسة التفاصيل، وربما كان من الأفضل أن نفتش في عقولنا، حيث توجد نتائج كل التجارب الأساسية في الفيزياء، ومعها قيم الثوابت الأساسية في الفيزياء، ثم يذكرنا أديتجون بأن: كل ما يفسر أبستمولوجيا يكون لنفس السبب ذاتية، ولا مجال لاعتباره جزءًا من العالم الموضوعي، فالفيزياء الأساسية تحدثنا عن عقولنا الذاتية ولكنها لا تتحدث عن العالم الخارجي ؛ ويضرب **أدينجتون** مثالا لذلك فيقول: (عندما بلغ العلم أقصى درجات التقدم، لم يسترجع العقل من الطبيعة إلا ما وضعه العقل في الطبيعة، لقد اكتشفنا آثار أقدام غريبة على شاطئ المجهول، فوضعنا النظريات العويصة الواحدة تلو الأخرى التفسير منشئها، وفي النهاية نجحنا في معرفة المخلوق الذي صنع آثار الأقدام ويالللعجب إنها آثارنا نحن.

إن زعم **أدينجتون** بأن القوانين الأساسية للفيزياء يمكن التنبؤ بها أبستمولوجيا، ربما كان أكثر إقناعًا لو أنه برهن بنفسه حتى على أبسط القوانين أبستمولوجيا، أي لو أمكنه أن يبين أن هناك عدم اتساق منطقي في الاعتقاد بأن القوانين تختلف عما هي عليه، وهذا ما لم يفعله أبدًا.

ويبدو أنه من غير المحتمل أن يفعل ذلك على الإطلاق، لأن الحديث عن البرهنة على أي حقيقة علمية أبستمولوجيا يتضمن تناقضًا في المصطلحات، فالأبستمولوجيا لديها في جعبتها سلاح واحد هو المنطق الخالص، وقبل أن يطبق على أي حقيقة علمية لابد من تحديد الموضوعات العلمية التي تنص عليها الحقيقة، ولا يمكننا هذا إلا بالرجوع إلى معرفة سبق أن اكتسبناها بالتجربة، وبهذا فنحن نتجاوز حدود مملكة المعرفة القبلية، ونكف عن اعتبار المناقشة أبستمولوجية خالصة.

ولنشرح ذلك بمثال ملموس، فإن **أدينجتون** يعتقد أنه في الإمكان أن نبرهن أبيستمولوجيا على أن كتلة البروتون أكبر من الالكترون 1847 مرة، ولكن عليه أن يحرص في الوقت نفسه على تجنب إثبات أن كتلة التفاحة أكبر من البرتقالة 1847 مرة، والا فسنشك في الحجج التي يسوقها، ويمكنه أن يتجاوز هذا المطب بتعريف الالكترونات والبروتونات بطريقة توضح أنها ليست تفاحًا وبرتقالاً، ولكنه يهمل ذلك، والنتيجة أنه مادام برهانه على النسبة 1847 - يعتمد على الأبستمولوجيا، فسوف ينطبق أيضًا على التفاح والبرتقال.

قد يجد **أدينجتون** ما يبرر له تسليمه بأننا نعرف ما يعنيه بالالكترونات والبروتونات، ولكن ماذا لو زارنا مخلوق ذكي من كون آخر؟ إنه سيكون مثل المستمع الذي قال إن المحاضر قد شرح جيدًا كيف اكتشف الفلكيون أحجام ودرجات حرارة وكتل النجوم، ولكنه نسي أن يشرح كيف اكتشفوا أسماءها، وهو لن يعرف الفرق بين التفاحة والالكترون حتى ندله عليه، ولكي ندله عليه، يجب أن نجعله معتادًا على قدر كبير

من المعرفة المعملية، وعندها سيكون على الأبستمولوجيا (نظرية المعرفة) أن تتنحى، وإذا كان الزائر معتادًا على نظامنا الفكري، فهل يشمل هذا النظام معرفتنا بأن العالم يتكون من جسيمات أساسية متشابهة من نوعين فقط؟ إن هذه الفرضية العلمية المستبعد تمامًا أن تعتبرها متأصلة في أدواتنا الذهنية، لم تدخل العلم إلا منذ بضع سنوات ماضية، وبالصدفة غادرته على عجل بعد بضع سنوات.

من الضروري أن نقيم جسرًا يصل بين تجريدات الأبستمولوجيا (نظرية المعرفة) ووقائع الظواهر التي نشاهدها، فبدون ذلك تبقى الأبستمولوجيا معلقة في الهواء لا تستطيع أن تعرف عن أي شيء تتحدث، لقد قام **كانت**، بهذا عندما أدخل معرفته «القبلية التركيبية»، ويقوم **أدينجتون** بنفس المهمة عندما يتخلى عن زعمه بأن معرفته القبلية تعتبر معرفة نملكها عن الكون الفيزيائي وسابقة على مشاهدتنا الفعلية له فهو بدلا من ذلك يقول: في إجابتنا على التساؤل حول إمكان اعتبارها مستقلة تمامًا عن الخبرة القائمة على المشاهدة، يجب فيما أعتقد أن نقول: لا «ولكن هذا الإقرار - يضعف موقفه جدا، فقوانينه الطبيعية لم تعد تنبئنا بما يقوم «بأكمله على اعتبارات أبستمولوجية» بل يقوم فقط على خليط من تلك الاعتبارات ومن المشاهدة وبنسب لا نعرفها ولا يمكن أن نعرفها، وهذا معناه ببساطة المشاهدة بالاشتراك مع الاستنتاج السليم، ومن المؤكد أن هذه هي الخطوات المألوفة لكل العلوم، وقوانين **أدينجتون** التي لم يعد التوصل إليها قائمة على الأبستمولوجيا الخالصة، عليها أن تتخلى عن ادعائها بالذاتية الخالصة وادعائها أيضا. بثقة لا تتوفر في تلك القوانين

التي لا يتوصل إليها إلا بالتجربة،، أنها تصبح قوانين علمية عادية، تكتسب بالطريقة العلمية المعتادة، والسؤال الوحيد هو هل الرياضيات صحيحة أو خاطئة؟

هناك حالة بسيطة تسهل لنا اختبار ذلك هي السرعة النهائية للضوء، لقد أدخلنا فلسفة **أدينجتون** مثلا أدخلها هو نفسه بأن أخذنا في الاعتبار استحالة تزامن الساعات البعيدة، والسبب في استحالة مثل ذلك التزامن هو أن الضوء لا ينتقل من مكان لآخر في نفس الوقت، والذين يؤمنون بإمكانية أن نثبت كل القوانين الأساسية في الطبيعة من خلال اعتبارات أبستمولوجية عليهم أن يجدوا ما يثبتوا به من خلال هذا الأسلوب أن سرعة الضوء نهائية - أي أن عليهم أن يتمكنوا من الإشارة إلى عدم الاتساق المنطقي الذي تتضمنه فكرة انتقال الضوء بسرعة لا نهائية، ولكن **أدينجتون** ببساطة يطرح السؤال جانبًا عندما يقول إنه من السخف أن نفكر في سرعة الضوء على أنها لا نهائية مثلاً يكون من السخف أن نفكر فيها على أنها سداسية أو زرقاء أو ديكتاتورية.

ما دمنا ننظر إلى المسألة من وجهة النظر الأبستمولوجية متناسين كل ما علمتنا إياه الخبرة عن المكان والزمان والانتشار فمن الصعب أن نجد أي سخف في فكرة الانتشار في نفس الوقت، لقد كتب الأستاذ أ. **وولف** A. Wolf يقول إنه: «حتى القرن السابع عشر ظلت سرعة الضوء تعتبر لا نهائية، ويبدو أن **كيبلر** وربما **ديكارت** أيضًا تمسكًا بهذا الرأي، فقد اعتقد **ديكارت** أن الضوء ليس مادة متحركة ولا حركة على الإطلاق بل ميلاً للحركة أو دفعًا يبذله الجسم المضيء» «افترض أن الدفع وهو ليس جسيمًا،

لا يحتاج إلى زمن لانتشاره» وبنفس الطريقة مازال غالبية الناس يفكرون في دفع قضيب الحديد كمثال على الانتشار الذي لا يستغرق وقتًا. وسلم نيوتن ومعاصروه بأن الجاذبية لا تستغرق وقتًا في انتشارها، واستغرق الأمر قرنًا تاليًا حتى بدأ **لابلاس** يأخذ في اعتباره البديل الآخر وهو السرعة النهائية لانتشار الضوء - لا لأنه بدا في نظره أمرًا محتملاً بالفطرة، بل لأنه أراد أن يطرق كل سبيل يمكن أن يحل له غموض تعاجل القمر، وعندما أخرج **رومر** أول دليل عن السرعة النهائية للضوء، رحبوا به على أنه اكتشاف جديد مثير لا على أنه تأكيد الأمر كان معروفة بطبيعة الأمور، بل الحقيقة أن عددًا من معاصري **رومر** ممن استمروا يؤمنون بالسرعة اللانهائية للضوء ظلوا يرفضون هذا الدليل لفترة من الوقت.

يبدو أن كل هذا يوضح أنه لا شيء سخيف من الناحية الأبستمولوجية في فكرة وجود سرعة لا نهائية للانتشار.

وحتى إذا أمكن تقبل أن لدينا معرفة قبلية، عن أن الضوء لا ينتقل إلا بسرعة نهائية، فما زال أمامنا الكثير نحو المسلمات الأساسية لنظرية النسبية التي يزعم **أدينجتون** أنها أيضا معرفة قبلية، فمنذ ستين سنة كان علماء الفيزياء يجمعون على تصور أن الفضاء مملوء بأثير تنقل الموجات خلاله بسرعة نهائية تقدر بـ 186,000 ميل في الثانية، وكان هذا يقوم كنظام منسق بذاته، فهو ذو معنى، يفسر كل الظواهر المعروفة في ذلك الوقت بحيث إنه وفقا للاعتبارات الأبستمولوجية، فقد كان مرغوبة فيه كتفسير ممكن للظواهر.

واضطروا لتركه لمجرد أن التجربة حكمت لغير صالحه، ولو أن نتائج هذه التجارب أنت على نحو مخالف ومن السهل أن نتخيل ذلك، فلعل

هذا النظام كان سيبقى، وهذا في حد ذاته يقدم برهانًا كافيًا على أن القضايا الأبستمولوجية لا تكرهنا بمفردها على ترك هذا النظام، ومن ثم لا يمكن لأيها أن يرغمنا على تقبل النظام المعاكس، أي نظرية النسبية، فإذا كان هذا النظام الأخير مجرد تعميم لنتائج عدد كبير من التجارب، فهناك من حيث المبدأ إمكانية - وإن كانت قليلة الاحتمال، لاكتشاف تجارب أخرى تجبرنا على تركه.

وجهة نظر بديلة:

هناك أسلوب بديل لتناول الموضوع قد يبدو أقرب للصدق مع الحقائق.

في استعارتنا أحد التشبيهات من **بوانكاريه** قارنا فيما سبق تركيب أحد العلوم ببناء منزل، فأحجارنا مجموعة من حقائق المشاهدة، ولمجرد أن الطبيعة منطقية، نجد أن هذه الحقائق يمكن أن تشكل ما يزيد على مجرد كومة عديمة الشكل، أنها تبدو منتظمة بالتأكيد، ومن ثم يمكن تنسيقها بحيث تصنع منزلا له ملامح مميزة مؤكدة.

سيكون في استطاعتنا وصف هذه الملامح المميزة في اصطلاحات مبسطة تحرك استجابة جاهزة في عقولنا، اصطلاحات لأفكار موجودة بالفعل في عقولنا ومألوفة لها، فهي مألوفة لا لأننا اعتدنا على القوانين العامة للفيزياء، بل لأننا معتادون على أمثلة منها خاصة ومحدودة، وحياتنا اليومية تتألف من مثل هذه الأمثلة، فقد نقول مثلا إن المنزل لا تظهر فيه زينة غير ضرورية «**نصل أوكام**» occam's Razor أو تشققات (قوانين بقاء المادة والطاقة)،

وفكرتنا عن الزينة أو التشققات ليست كامنة في عقولنا بل اكتسبناها بالخبرة من بعض جوانب العالم الصغيرة والخاصة جدًا.

والآن فلنعتبر أن تصميم هذا المنزل هو نسق الأحداث الذي تهدف الفيزياء اكتشافه، يجد الفيزيائي بعد الجهد والعَرق في معملهِ أن هذا النسق تظهر له ملامح مشابهة للملامح التي نسبناها إلى منزلنا، ولا شك أن جانبًا كبيرًا «أو كل الحقائق» الأساسية للفيزياء يمكن، وبمجرد أن تكتشف بالتجربة،، أن نوجز في عبارات عامة تبدو في غاية البساطة والقابلية للفهم لأننا معتادون على أمثلة مفصلة لها، وهذه يمكن غالبًا (أو عادة) أن يعبر عنها بالشكل الذي يدعوه أ. ت. وايتكر E.T.Whittaker مسلمات العجز Postulates of Impotence وهذه تؤكد على استحالة إنجاز شيء حتى إذا كان يوجد عدد لا نهائي من الطرق التي تحاول بها إنجازه «فمثلاً من المستحيل أن نحصل على شغل ميكانيكي من مادة درجة حرارتها أقل من الأشياء المحيطة بها، وكذلك من المستحيل تمامًا أن نقيس سرعة مطلقة في المكان، وهاتان المسلمتان من مسلمات العجز تحتويان عمليًا على كل مضمون الديناميكا الحرارية والنظرية الفيزيائية للنسبية.

ومن ثم فالأمر كما لاحظ **وايتكر** أنه «بينما يجب أن تستمر الفيزياء في مقدمتها ببناء التجارب، يبدو من الممكن عرض أي فرع منها بلغ درجة عالية من التقدم على أنه مجموعة من الاستنتاجات المنطقية التي نستنتجها من مسلمات العجز، مثلما حدث فعلاً للديناميكا الحرارية، ولهذا قد نتطلع اعتمادًا على الحدس إلى وقت في المستقبل يمكننا فيه إذا رغبنا أن نكتب رسالة في أي فرع من الفيزياء بنفس أسلوب مبادئ الهندسة، **لإقليدس**

Elements of Geometry مبتدئين ببعض المبادئ والقبلية، وبالذات مسلمات العجز، ومنها نشتق كل شيء آخر اعتمادًا على الاستنتاج القياسي».

هذه المبادئ طبعًا لن تعتبر «قبلية» بالمعنى الذي قصده **كانت** «بالسبق على المشاهدة» فهي من عدة نواح تعتبر «بعدية» لأنها الخلاصة المركزة جدًا لعدد هائل من المشاهدات، ولكننا نستطيع أن نتخيل أحد العلماء يفكر في بساطتها إلى أن أصبحت في نظره «لا مفر منها» ولعله يشرع في اعتبارها قوانين للفكر، أو لعلها تصبح في نظره قوانين للفكر.

وهذا كما قد نخمن ما فعله **أدينجتون**، لقد ألغت التجارب في عالم الذرة الطبيعة الصادقة لمقولات الفكر التي افترضها (**كانت**) فقد أوضحت أن السببية والمثل في المكان - الزمان لا يسودان في العالم الذرى، ونفس الشيء يمكن أن يحدث في أي وقت إذا أوضحت تجربة جديدة أن المبادئ والقبلية، التي افترضها **أدينجتون** هي مجرد رواسب ذهنية ترسبت من أثر خبرة فعلية عن العالم، وإلى حد كبير أدى اكتشاف البوزيترونات إلى هذا بالفعل.

منهج العلم

يبدو أن مناقشتنا تعود بنا إلى الخاتمة القديمة وهي أنه إذا رغبنا في اكتشاف الحقيقة عن الطبيعة - أي نسق الأحداث في الكون الذي نسكنه - فالمنهج الوحيد السليم هو أن نخرج إلى العالم وأن نسأل الطبيعة مباشرة وهذا هو المنهج الراسخ الذي جربه العلم فلا جدوى من مسائلة عقولنا

الذاتية، كما أن مسائلة الطبيعة تدلنا على حقائق عن الطبيعة وحدها، فإن مسائلة عقولنا ستخبرنا حقائق عن عقولنا وحدها.

والاعتراف العام بهذا قد اقترب بالفلسفة كثيرًا من العلم، وهذا الاقتراب اقترن بتغير في النظرة إلى الأهداف السليمة للفلسفة، لقد تابع فلاسفة العصور القديمة دراساتهم على أمل اكتشاف مصباح ينير طريقهم في رحلتهم خلال هذه الحياة، أما فلاسفة القرنين السابع عشر والثامن عشر فتابعوا دراساتهم في تصميم ثابت على إيجاد دليل على أن هذه المرحلة تنتهي في حياة مقبلة، هذه المسحة الإنسانية استغرقت وقتًا طويلاً لكي تختفي، ومع ذلك قاربت على ذلك في السنوات الأخيرة فقط، لقد أصبحت الفلسفة أقل اهتمامًا بأنفسنا وأكثر اهتمامًا بالكون من خارجنا، ومن المتفق عليه الآن في كلام **برتراند راسل** أن: والإنسان في حد ذاته ليس الموضوع الحقيقي للفلسفة، فما يهم الفلسفة هو الكون ككل، والإنسان يتطلب الاهتمام فقط لأنه الأداة التي نكتسب من خلالها معرفة عن الكون. ونحن لا نكون في المزاج المناسب للفلسفة مادام اهتمامنا ينصب على العالم من حيث يؤثر على البشر، إن الروح الفلسفية تتطلب اهتمامًا بالعالم من أجل ذاته.

ويبدو في هذا ما يفترض أن على الفلسفة أن تمتلك نفس مناهج وأهداف العلم وأيضًا بصورة عامة نفس مجال عمل العلم، ومع ذلك فمازال التمييز الذي ذكرناه في بداية الفصل الحالي صحيحة، فالعلم يستعين بالمشاهدة والتجربة، والفلسفة تستعين بالمناقشة والتأمل، ومازال على العلم أن يحاول اكتشاف نسق الأحداث وعلى الفلسفة أن تحاول تفسيره بعد اكتشافه.

الفصل الثالث

صوت العلم وصوت الفلسفة
من أفلاطون إلى العصر الحديث

رأينا كيف أن معرفة العالم الخارجي لا يمكن أن تأتي إلا من خلال المشاهدة والتجربة، وهما يخبراننا أن العالم يخضع للمنطق، فأحداثه تتابع وفقًا لقوانين محددة، وعلى هذا فهي تكون نسق منظمة، وهدف الفلسفة الأساسي هو اكتشاف هذا النسق، كما رأينا أنه لا يمكن أن نصفه إلا في لغة رياضية.

رأينا كذلك أن الفيزياء لا يمكن أن تمنح الرموز الرياضية لهذا الوصف معانيها الفيزيائية الحقيقية، وإن كان من الجائز أن تدخل الفيزياء مع الفلسفة في مناقشة مشتركة حول المعاني المحتملة لتلك الرموز، وحول أكثر التفسيرات ملائمة لنسق الأحداث، ولكن هناك أمور كثيرة تعوق هذه المناقشة، وفي هذا الفصل سنحاول أن ننقب عن بعضها وأن نزيلها بغرض التمهيد للمناقشات التالية.

اختلافات في اللغة

في مقدمة هذه العوائق وجود اختلافات في اللغة والمصطلحات فحتى إذا كان العلم والفلسفة لا يتكلمان بلغتين مختلفتين تمام الاختلاف، فإنها في الغالب يستخدمان مصطلحات مختلفة.

انقضى أكثر من ثلاثمائة عام منذ أن كتب **فرنسيس بيكون** Francis Bacon عن الأوهام Idols التي تربك عقول الناس عندما يحاولون اكتشاف الحقيقة، وأكثر هذه الأوهام إرباكًا في رأيه هي أوهام السوق، فهو المكان الذي يلتقي فيه الناس لتبادل الأحاديث، والسبب في

ذلك أن الكلمات لا تكون ملائمة للتعبير عن الفكر الدقيق أو العلمي، والاختلافات الواضحة في وجهات النظر تنتج عن التعريف الناقص للمصطلحات التي تستخدم في المناقشة.

في خلال تلك الفترة التي انقضت، أنشأ العلم لغة خاصة به، قد يحلو لبعضهم أن يسميها رطانة، وبرغم أنها قد تكون أحيانًا بعيدة عن الجمال، إلا أن مميزاتها تجعلها أجدر بالصحة، وعلى العموم فمصطلحاتها محددة واضحة بعيدة عن الإبهام بحيث تحمل كل كلمة نفس المعنى لكل العلماء، وهذا المعنى مضبوط بدقة، فإذا قرأ أحد الفيزيائيين جملة لنيوتن أو أينشتاين فربما يفهم معنى الجملة أولاً يفهمه، ولكنه لن يشك في معاني الكلمات.

ومع تقدم العلم، فإن الإضافات الجديدة للمعرفة تلحق بمصطلحاته، والنتيجة أنه يكتسب على الدوام ثراء ودقة، والحقائق الجديدة يلزمها مجموعة من الألفاظ الجديدة، وحتى الألفاظ القديمة تحتاج إلى تعديل في استخدامها عندما نكتسب معرفة جديدة عن الحقائق القديمة، فمثلا دفعتنا المعرفة الجديدة التي أدخلتها نظرية النسبية إلى تعديل استخدامنا لألفاظ مثل الحركة motion والسرعة Velocity والتزامن simultaneity وفترة من الزمن interval of time وهكذا.

وليس هناك ما يوازي هذا في الفلسفة، فهي مازالت بدون اصطلاحات دقيقة متفق عليها، وهناك عدد هائل من الألفاظ الشائعة، وحتى المصطلحات المتخصصة كثيرًا ما تستخدم في كثير من المعاني المختلفة، وبواسطة الكاتب نفسه، وإذا استعملت الفلسفة إحدى الكلمات بمعنى دقيق مميز، فهذا المعنى غالبًا يختلف عن معناها لدى العلم.

هـذا لا يشـكل فقط عائقًا خطـيرًا لحوار العلـم والفلسـفة، ولكنه قد يجعل الموضوع تائهًا في مشاكل فلسفية خالصة وليس من المبالغة أن نقول إن نسـبة كبيرة من مشـكلات وألغاز الفلسـفة في المـاضي تدين بوجودها نفسـه إلى عيـوب اللغـة، وعندما يترجـم كثير من المشـكلات القديمة إلى لغـة ومصطلحات العلم تبـدو مختلفة تمامًا، بل قد تتسـبب عملية الترجمة في إلغاء بعضها.

يبدو أن هناك ثلاثة أسـباب رئيسـية الاختلاف في اللغة والاستخدام، ومـن المستحسـن أن نبـدأ بذكرها، ثم نتناولهـا بالتفصيل مـع الأمثلة بعد ذلك.

1- يبـدو أن الفلسـفة لا تملك مصطلحات متفـق عليها أو دقيقة، لأنه ليس هناك هيكل من المعرفة الأساسية يتفق عليه، لكي يحتاج في وصفه إلى مصطلحات دقيقة.

2- تختلـف لغـة الفلسـفة كثيرة عـن لغة العلـم لأن الفلسـفة تميل إلى اسـتخدام الكلـمات في معـان ذاتيـة على حـين يميـل العلـم إلى المعاني الموضوعية.

3- بالإضافة إلى ذلك تختلف لغة الفلسفة عن لغة العلم، لأن الفلسفة تميـل إلى التفكـير بلغـة الحقائق كما تكشـف لحواسـنا البدائية، في حين يفكر العلم فيها كما تتكشف للأجهزة الدقيقة.

وفي بدايـة تناولنـا للسـبب الأول، نلاحـظ أن العلـم نفسـه لا يملك مصطلحـات دقيقـة متفقة عليها، ولهـذا فليس لديه القـدرة على الوصف

الدقيق المتفق عليه، وقد سبق أن تعرضنا لمثال من ذلك حيث رأينا كلمة حركة motion تستخدم بمعنى مبهم جدًا، فمنذ ثلاثة قرون كان هناك تداخل شائع بين المقاييس المتميزة الثلاثة التي توصف حاليًا بالسرعة velocity وكمية الحركة momentum والطاقة energy ونفس الكلمة (حركة) كانت غالبًا تستعمل للدلالة على الثلاثة، وهو نفس ما يحدث حاليًا في فروع العلم التي مازالت حقائقها الرئيسية موضع بحث ومناقشة، فمثلاً لاحظ أدينجتون أن مصطلحات نظرية الكم حاليًا في حالة من الفوضى الشاملة بحيث يكون أقرب للمستحيل أن نصنع منها تعبيرات واضحة.

وظلت غالبية المصطلحات الفلسفية على حالة مشابهة لذلك، وقد يحتج على ذلك بأنه لا مفر من اللبس سواء في الحاضر أو المستقبل، مالم يتمكن الفلاسفة من الاتفاق على حقائقهم الأساسية، ولكن كان هناك من يرى عكس ذلك، فعلى مدى خمسين عامًا ظل لايبنتس يسعى لتأسيس لغة فنية دقيقة، ووضع أساس حسابي للفلسفة، كان يأمل في التوصل إلى اختزال الأفكار الأساسية للتفكير المنطقي إلى عدد محدود جدًا من العناصر الأولية أو «الأفكار الجذرية» Root – notions بحيث يمكن تمثيل أي منها برمز عالمي أو رمز مشابه لرموز الجبر، فإذا تحقق له ذلك، فسوف يتمكن من وضع حساب لعمليات هذه الرموز، واعتبر لايبنتس أن حسابًا من هذا النوع سيحسم الخلاف بين الفلاسفة، بنفس السهولة التي يسوى بها الحساب في التجارة الخلاف بين المحاسبين، فإذا نشب خلاف بين اثنين فما عليها إلا أن يقولا: «فلنرجع إلى هذا الحساب»

ولكن محاولات **لايبنتس** بائت بالفشل، وقريبًا أجريت محاولات مشابهة في نطاق مجالات محدودة من الفكر، والنتيجة النهائية أن الفلسفة ما زالت تجاهد للتعبير عن نفسها مستخدمة ألفاظ اللغة الدارجة غير الملائمة، ومازالت عبارة **أنتول فرانس** Anatole France صحيحة فهو القائل: **«إن الميتافيزيقي ليس لديه لكي يقيم نظامًا للعالم سوى الصيحة المحسنة للقردة والكلاب»**

«Un metaphysicien n'a, pour constituer le système du monde, que le cri perfectionné des singes et des chiens».

ولكن المشكلات الرئيسية للفلسفة في معظمها شاقة للغاية، والكثير منها يرهق العقل الإنساني إلى أقصى الحدود، بل إنها حيرت أذكى عقول جنسنا البشري على مدى آلاف السنين، ومع ذلك فليس من المبالغة أن نقول إنها لم تصل إلى حل حتى الآن، وعندما نتناول هذه المشكلات، علينا أن نتعامل مع الظلال الرقيقة للمعاني، وأن نتوغل في ميادين الفكر البعيدة عن حياتنا اليومية، وفي هذا نحتاج إلى أداة دقيقة ومرنة ومصقولة إلى درجة الكمال، على حين أن اللغة الدارجة ليست لها هذه الصفات، فهي ليست أداة مصقولة بل هي أقرب إلى عدة بدائية تصلح للأغراض العملية، طورها الإنسان العادي ومن قبله الهمجي غير المفكر من خلال علاقاته البدائية بالعالم، لكي يعبر عن الأفكار الناشئة عن تلك العلاقات، وسوف تكون بالتأكيد مصادفة مدهشة أن تلائم هذه العدة البدائية مناقشة مجردة لا يربطها إلا القليل بعالم الخبرات اليومية، فهذا شبيه بأن يجرى أحد الجراحين عملية دقيقة معقدة مستخدمًا عدة النجار كالمطرقة والازميل.

إن عدم ملائمة اللغة الدارجة للتعبير عن دقائق الفكر الفلسفي تمثله بوضوح القضية الشهيرة **لديكارت**: أنا أفكر إذن فأنا موجود Cogito ergo sum اعتقد **ديكارت** في صدق هذه القضية فوق كل الشكوك، فافترض أن الفلسفة بأكملها مؤسسة عليها، وأتى جيل حديث من الفلاسفة ليبين عدم سلامة القضية، وأقاموا انتقادهم أساسًا على طريقة استخدام **ديكارت** للغة الدارجة، لأن هذا يدفع بالقضية إلى الوقوع في إحدى المقولات الواضحة تمامًا، أفكر، تفكر، يفكر Cogito, cogitas, Cogitat أو جموعها، فاللغة الدارجة لا يمكن أن تعبر عنها، وأي شيء كالتلباثي telepathy أو ما يشبهه لا يجوز وضعه في الاعتبار، لا لأنه غير موجود، ولكن لأن اللغة الدارجة ببساطة لا تستطيع التعبير عنه وإلا جعلنا التفكير في حد ذاته امتيازًا خاصاً لبعض الشخصيات المنعزلة، ومع ذلك فالشخصيات المنعزلة نفسها تتغير مع كل تجربة، فأنا الذي فكرت، أختلف عن أنا الآخر الذي كان موجودًا قبل أن تأتي الفكرة إلي، وتعود فنقول من جديد إن تصريفات اللغة مثل: أكون، كان، سأكون لا تصلح إطلاقًا للتعبير عن تدرجات التغيير اللانهائية.

يرى **برتراند راسل** Bertrand Russel أن النحو واللغة الدارجة دليلان سيئان للميتافيزيقا ويمكن أن يؤلف كتاب ضخم ليبين التأثير السيئ للإعراب على الفلسفة، ويضرب مثالاً لذلك ب**ديكارت** الذي افكر أنه لا يمكن أن توجد حركة بدون أن يتحرك شيء، أو تفكير بدون أن يفكر أحد، ولاشك أن غالبية الناس مازالوا يتبعون هذا الرأي، ولكن الحقيقة أنه نشأ من فكرة - في العادة بدون وعي - وهي أن مقولات

النحو هي أيضًا مقولات الحقيقة. وهناك مثال أحدث لذلك الاعتقاد الخاطئ في فيزياء القرنين الثامن عشر والتاسع عشر، فعندما تبينوا أن الضوء له طبيعة الموجية، جادل الفيزيائيون بأنه إذا وجدت تموجات، فلا بد من شيء يتموج، لأنه لا يوجد فعل بدون فاعل، وعلى هذا الأساس أقروا بوجود الأثير حامل الضوء في الفكر العلمي، على أنه فاعل لفعل يتماوج، مما ضلل الفيزياء لمدة تزيد على القرن.

وحتى إذا استخدم كل الكتاب من الفلاسفة إحدى الكلمات بمعنى محدد، فإن هذا الاستخدام يختلف غالبًا عن استخدام العلم، وهذا ما يأتي بنا إلى السبب الثاني للاختلاف بين العلم والفلسفة، فحتى وقت قريب كان العلم يسلم بوجود عالم موضوعي مستقل وبعيد عن عقولنا، وصممت مصطلحات العلم لكي تصف هذا العالم الموضوعي، أما الفلسفة فلم تسلم أبدأ بوجود مثل هذا العالم، برغم أن بعض الفلاسفة قد تناولوه بالمناقشة بل تبينت الفلسفة أن اهتمامها الرئيسي لابد أن ينصب على الإحساسات والأفكار التي تتكون في العقول، والتي تفترض لنا أن مثل هذا العالم موجود، وعلى هذا نرى أن العلم يميل لاستخدام الكلمات بمعنى موضوعي، وأن الفلسفة تميل لاستخدامها بمعنى ذاتي، وكمثال لهذا الاختلاف في الاستعمال فلنناقش الفعل (يرى)، والصفة (أحمر).

يستخدم العالم كلمة (يرى)، استخدامًا محددًا، فعندما يقول إنه يرى الشعرى اليمانية، فهو يعني أنه يؤمن بوجود الشعرى اليمانية خارج عقله، وأن إشعاعات ضوئية صدرت من الشعرى اليمانية فشكلت صورة لها على شبكية عينه، ومن خلالها وصل التأثير إلى مخه، أما إذا قال رجل

مخمور إنه يرى ثعابين بنفسجية، فسوف يعترض رجل العلم على ذلك بأنه لا يستطيع أن يرى ثعابين بنفسجية لا لأنها غير موجودة، بل لأن جوهر الرؤية بالنسبة للعالم هو مرور اشعاعات ضوئية من الشيء المرئي إلى شبكية عين الشخص الذي يرى.

ويعترض كثير من الفلاسفة على هذا، ففي رأيهم أني عندما أقول: (إني أرى الشعرى اليمانية، ففي هذا ادعاء برؤية شيء ربما لم يعد موجودًا، فلعله اختفى في أثناء السنوات الثماني التي انقضت منذ أن ترك الضوء الشعرى اليمانية، ويعتبر **بيرتراند راسل** الخطأ في أن أقول إني أرى نجمًا عندما أرى الضوء الصادر منه مماثلاً للخطأ في القول بأني أرى نيوزيلندا عندما أرى رجلاً نيوزيلندا في لندن، وهو يتعرض لقصة عالم الفسيولوجيا الذي يفحص مخ مريضه بالأسلوب نفسه، فهو دائمًا يكرر أن معظم الناس يعتقدون أن ما يراه عالم الفسيولوجيا موجود في مخ مريضه، أما الفيلسوف فسوف يؤكد أن عالم الفسيولوجيا يرى ما هو موجود في مخ عالم الفسيولوجيا نفسه، ومن هذه الوجهة يكون في استطاعة المخمور أن يرى ثعابين بنفسجية في حجرة نومه، أما الرجل الرزين غير العمل فلا يمكنه أن يرى ثعابين خضراء وسط الحشائش لأنها قد تكون اختفت من الوجود على حين كان الضوء الصادر منها ينتقل إلى عينيه، وباختصار فالفلاسفة في رأيهم أننا نستطيع فقط أن نرى الأشياء الموجودة بداخل رؤوسنا على حين أن العلماء يتبعون الاستخدام الشائع للغة معتبرين أننا نستطيع فقط أن نرى الأشياء الموجودة خارج رؤوسنا.

وتستخدم الصفة، أحمر في العلم لوصف الضوء الذي يمتلك صفات موضوعية محددة، وهذه يمكن تحديدها بمعرفة عدد الموجات الكاملة في البوصة أو عدد الذبذبات الكاملة في الثانية، والتعريفان متساويان تمامًا، وعندما يسقط مثل هذا الضوء على عين بشرية عادية، ينتج ما نصفه بأنه إحساس بالاحمرار.

والكيفية التي تحدث بها هذا الإحساس غير مفهومة تمامًا، ولكنها في الغالب تحدث كالآتي: يتركب العصب البصري للعين البشرية من حزمة من الألياف العصبية التي تنتهي في الشبكية على هيئة مجموعة من العصى والمخروطات، وعندما يسقط الضوء على هذه النهايات العصبية تحدث فيها تغيرات كيميائية، تبعث بأنشطة كهربية معينة عبر الألياف العصبية إلى المخ، وهي التي تولد الإحساس بالضوء أو اللون في العقل، فأما العصى فينبهها الضوء من أي لون حتى لو كان خافتًا للغاية، ويمكننا من خلالها أن نرى في الليل أو الضوء الخافت، ولكنها تنتج الإحساس بالضوء والظل فقط وليس باللون، وأما المخروطات فإن تنبيهها ينتج إحساسات لونية محددة، وعلى هذا فإن اختلال عمل العصى يجعلنا نعاني من العشى الليلي، أما اختلال عمل المخروطات فيتسبب في عمي الألوان.

وتتحكم في اكتمال نمو المخروطات عوامل وراثية معينة، من المعتقد أنها موجودة على كروموسوم خاص هو «الكروموسوم X» وتحتوي كل خلية من جسم الرجل على كروموسوم واحد منه، على حين تحتوى كل خلية من جسم المرأة على اثنين، وفي غرب أوربا يوجد رجل من كل أربعين يولد بنقص في هذا العامل الوراثي، وعلى هذا فهو يصاب بعمي

الألوان إلى الأبد وبدون أمل في شفائه أما المرأة فلا تصاب بعمي الألوان إلا إذا كان عاملاها الوراثيان ناقصين، ولهذا فلا توجد إلا امرأة واحدة من بضع مئات تصاب بعمي الألوان.

وبخلاف الإنسان، فمن المعتقد أن هناك عددًا قليلاً من الحيوانات الكبيرة التي ترى الألوان، أما غالبيتها فترى العالم على أنه مجموعات متقابلة من النور والظلام - تقريبًا كما نراه في ضوء القمر، والإحساس البشري بالاحمرار هو الأصل في مفهوم الاحمرار ككيفية أو صفة، ولكنه لا يهيئ إلا مقياسًا غير دقيق للاحمرار، أما المقياس الدقيق الصادق فلا يتأتى إلا من خلال مجموعة من الأجهزة الجامدة كالمطياف، والكاميرا، واللوح الفوتوغرافي.

عندما يقول أحد العلماء إن زهرة أو سيارة أتوبيس حمراء، فهو يعني أن أي ضوء ينعكس منها يكون أحمر بالمعنى العلمي الذي اصطلحنا عليه من قبل، فعندما يسقط ضوء الشمس الذي هو خليط من ألوان عديدة على زهرة حمراء، فإن بتلات الزهرة لا تعكس إلا الجزء الأحمر من الضوء إلى عيني فأرى الزهرة بالضوء الأحمر، فإن كان بصري عاديًا، فإن هذا الضوء يحدث إحساس بالاحمرار في عقلي، فأقول إن الزهرة حمراء، أما إذا كان عندي عمى للون الأحمر، فسوف أرى الزهرة بضوء يعتبر أحمر بالمعنى العلمي للكلمة، وإن كان عمي الألوان سيظهر الضوء بمظهر مختلف، أو قد يجعل الضوء يصنع انطباعًا ضعيفًا جدًا على شبكية عيني بحيث يظهر أحمر قاتمًا بدلاً من الأحمر القاني.

ولكن عندما يقول الفيلسوف إن شيئًا ما لونه أحمر، فهو يعني أنه يحدث إحساسًا بالاحمرار في عينيه أو عيني إنسان آخر، ومثلا رأينا مع كلمة (يرى) التي تناولناها سابقًا، فإن العالم يطبق الصفة وأحمر، على شيء موضوعي خارج رأسه، هو أساسًا الضوء، على حين يطبقها الفيلسوف على شيء داخل رأسه، هو أساسًا إحساس لوني، وهكذا يمكن لعمي الألوان أن يغير الألوان وفق المعنى الفلسفي لا المعنى العلمي.

اختلافات في المصطلحات

بالإضافة إلى مثل تلك الصعوبات الخشنة والمتخلفة عن استخدام اللغة بمفردها، فهناك صعوبات أخرى تنشأ من المصطلحات المختلفة التي يستخدمها كل من الفيلسوف والعالم، فهما لا يعبران عن أفكارهما بلغتين مختلفتين فحسب، بل إن أفكارهما نفسها تميل لأن تسلك مسارات مختلفة، ويبدو أن هذا نشأ جزئيًا من السبب الثالث والأخير للأسباب التي اقترحناها لاختلاف العلم والفلسفة، فالفلاسفة مازالوا يفكرون بأسلوب يرجع إلى الأيام المبكرة لدراستهم، إلى أزمنة لم تكن وقتها أدوات القياس دقيقة بدرجة تزيد على الحواس البشرية الخمس، فما زالوا يصفون الأشياء بلغة التأثيرات التي تحدثها على الحواس، على حين يصفها العالم بلغة التأثيرات التي تحدثها في أدواته الحساسة التي يقيس بها، فالفيلسوف لا يتكلم فحسب بل يفكر أيضا بمصطلحات ذاتية، على حين يتكلم العالم ويفكر بمصطلحات موضوعية.

كميات وكيفيات:

من النتائج البارزة لهذا الاختلاف أن الفيلسوف يفكر عادة بمصطلحات الكيفيات، أما العالم فيفكر بمصطلحات الكميات، فحاضر الفلسفة قد يحاضر مستمعيه في أن قالب السكر يملك كيفيات أو صفات الصلابة والبياض والحلاوة، في الوقت الذي يشرح فيه زميله في حجرة العلوم معاملات الصلابة، وانعكاس الضوء وتركيز أيون الهيدروجين - وهي قياسات يتوقف عليها امتلاك كيفيات أو صفات الصلابة والبياض والحلاوة، وفي حين يناقش المحاضر في الفلسفة الفرض القائل بأن الساخن والبارد ضدان بحيث لا يكون الشيء ساخنًا وباردًا في آن واحد، يتعرض المحاضر في العلم لموضوع الحرارة، بطريقة تعتمد على قياس التدرجات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا في الحرارة، والتي يصفها الفيلسوف عمومًا بالسخونة والبرودة، إن العالم يصل الفجوة بين السخونة والبرودة أما الفيلسوف فلا يعتقد في إمكان تخطى هذه الفجوة.

يمكننا أن نوضح عواقب هذا الاختلاف من خلال قضية فلسفية بسيطة، **كانت** لها أدوار طويلة جدًا - وفي كل مرة ترتدي ثوبًا مختلفة على مدى ألفي عام من **أفلاطون** مرورًا **ببريكلي** Berkley إلى **برادلي** Bradley، وهذه القضية تمضي كما يأتي: نحن بداخل حجرة مريحة عندما يدخل رجل (1) هربا من عاصفة جليدية بالخارج ويقول: إن الجو دافئ هنا،، ويدخل من بعده رجل آخر (ب) خارجًا من حمام تركي ويقول: إن الجو بارد هنا،، ومضى المناقشة لتؤكد أن الحجرة لا يمكن أن تكون دافئة وباردة في الوقت نفسه، فالسخونة والبرودة لا يمكن أن تكونا

صفتين حقيقيين للحجرة، ولكن يمكن فقط أن تكون فكرتين في عقلي (أ) و(ب) ثم يدخل بعدهما رجلان آخران (ج) و(د) أحدهما قادم من قصر والآخر من خيمة صغيرة فيلاحظان على التوالي أن الحجرة صغيرة وكبيرة، ومن حيث لا يمكن للحجرة نفسها أن تكون كبيرة وصغيرة في آن واحد - كما تقول القضية - فالكبير والصغر يمكن فقط أن يوجدا في عقلي (ج) و(د)، والحجرة في حد ذاتها لا يمكن أن تملك أي صفة من صفات الحجم، وبالمضي في ضرب أمثلة مشابهة في هذه القضية، يمكننا أن نجرد الحجرة من كل صفاتها واحدة بعد الأخرى، فإذا كانت الحجرة لا تزيد عن مجموع صفاتها كما تقول هذه القضية الخاصة، فإنها تنعدم تمامًا فيما عدا أنها موجودة في عقول (أ) و(ب) و(ج) و(د).

ولكن القضية تبدو مختلفة تمامًا عندما تترجم إلى مصطلحات العلم، فعندما يدخل (ا) سوف يقول: «إن الجو هنا أدفأ من الخارج، على حين يقول (ب): إن الجو هنا أبرد من الحمام التركي» وسيكون على القضية أن تمضي فتقول إنه لا يمكن لحجرة أن تكون أدفأ من عاصفة ثلجية وأبرد من حمام تركي في آن واحد، ونرى على الفور أن هذا الاستنتاج فاشل تمامًا.

من المؤكد أنه لا يمكننا التخلص من إحدى القضايا بمجرد أن نترجمها إلى مصطلحات أخرى، مثلاً لا يمكننا أن نثبت بطلان قضايا **إقليدس** بترجمتها إلى الفرنسية، ولابد أن يكون في القضية ما هو أكثر من ذلك.

القضية فاشلة لأنها تهمل التمييز بين التقديرات الذاتية والقياسات الموضوعية للحرارة، فعندما تقول إن الحجرة تعتبر ساخنة وباردة في الوقت نفسه، فإنها تتعامل مع الحرارة والبرودة الذاتيين، وهما كما تقول

البرهنة، يمكن فقط أن يكونا فكرتين في عقلي (أ) و(ب)، ولكن القضية تتأرجح فجأة وتبين لهما خطأهما بالرجوع إلى درجات الحرارة الموضوعية، إن الحجرة الذاتية قد تكون مجموع صفاتها الذاتية، والحجرة الموضوعية مجموع كيفياتها الموضوعية، ولكن إلغاء كل الصفات الذاتية للحجرة لا يلغي الحجرة الموضوعية، وقبل أن يتقدم الفيلسوف بقضيته عليه أن يبين أنه لا يوجد فارق بين درجات الحرارة الذاتية والموضوعية للحجرة، وفي كل مرة يقدم على ذلك، يؤكد له الترمومتر المعلق على اللوحة أنه على خطأ.

وربما كانت العالم النفس كلمة في هذا المجال، لأنه يستطيع أن يخبرنا أن حواسنا لا تملك القدرة على قياس الحرارة والبرودة المطلقتين، فنحن لا نحكم على الشيء بأنه ساخن أو بارد، بل بأنه (أسخن من) أو (أبرد من) شيء آخر، إذ أننا نقارن في العادة بدفء أجسامنا أو بآخر خبرة لنا بالسخونة والبرودة، وعلى هذا تتحدث اللغة الدارجة عن الرخام على أنه بارد، وعن البطاطين الصوفية التي لها نفس درجة الحرارة على أنها دافئة، لأن لمس الرخام يجعل يدنا وأبرد، مما كانت، ولفها في بطانية يجعلها أسخن، مما كانت، والسبب في هذا يرجع لأن الرخام موصل جيد للحرارة وأن الخامات الصوفية موصلة رديئة للحرارة، ويعرف عالم النفس من تجاربه المعملية أن هذه الاعتبارات هامة، على حين أن الفيلسوف صاحب العقلية القديمة لا يعرف ذلك، والعلم يعرف من ملاحظاته أن مصطلحاته الخاصة هي التي تصح عند التطبيق.

منذ زمن **أرسطو**، والفلاسفة مبالون إلى اعتبار المادة على أنها شيء ملفوف في عدد من الصفات، مثلا تكون العلبة ملفوفة في عدة طبقات

مـن الورق، وكانـوا يخمنون ما الـذي يحدث، إن تبقـى شيء بعد أن تزال كل اللفائف.

تخيل **جاليليو وديكارت ولوك** وغيرهم أن الصفات يمكن تقسيمها إلى: طبقة خارجية وصفها **لوك** بأنها صفات وثانوية، وهي التي تدرك بالحواس، كالاحمـرار والبرودة - وطبقة داخلية هي الصفـات والأولية، التي يملكها جوهر الشيء أو الشيء المستقل، وبفضل وجوده المجرد، مستقلاً عن كونه مـدركًا أو غير مـدرك كالصلابة والامتداد في المكان وعـبر **لوك** عنها بأنها: «**ولا يمكن فصلها عن الجسم نهائيًا في أي حالة قد يكون عليها**».

أمـا إذا أخذنا في الاعتبـار وجهة نظر العلم الموضوعية، فسـوف يبدو هـذا التمييـز مصطنعـة للغايـة، فالاحمرار يعنـي قدرة الجسـم على عكس الضوء الأحمر، والماسـك والامتداد في المكان بعنيان قدرة الجسم على صد أو عكس أي جسـم آخـر يحاول أن يتعدى على مكان الجسـم، وليس من الواضـح لماذا يلزم تصنيـف إحدى القدرات على أنها أولية والأخرى على أنها ثانوية، واحدة على أنها أساسية والأخرى على أنها سطحية.

ربما اعترض الفيلسـوف عـلى ذلك، بأن الاحمرار بالنسـبة له لا علاقة له بانعكاس الضوء، إذ إن معناه ببسـاطة القابلية لإحداث إحسـاس عقل بالاحمرار، وهذا لا يكفي لأنه يجعل التمييز بين الصفات الأولية والثانوية ذاتيًا، وعلى هذا يجب أن يصنف الأحمر على أنه صفة ثانوية بالنسبة للرجل العادي سـليم النظر، ولكن بالنسـبة للضرير الذي لا يمكنه رؤيته إطلاقا فسـوف يعتبر صفة أولية، وكذلك بالنسـبة للكلـب الذي لا يملك بصرة ملونـة، وقـد يحتج **لوك** وأقرانه الفلاسـفة بـأن الأحمر صفـة ثانوية ولكن

فيلسوفة من فصيلة الكلاب سوف يحتج وله نفس الأحقية بأنه صفة أولية، لأن الكلاب لا تميز الألوان.

أحيانًا نقترب من المشكلة بتخيل الشيء وكأنه يجرد من كل الصفات التي يمكن تخيل إمكان تجريده منها واحدة بعد الأخرى، فالصفات التي يمكن تخيل إزالتها هي بالطبع الثانوية، وما يتبقى مما لا يمكن إزالته هو الصفات الأولية، فقالب السكر مثلاً يمكن أن يصور فلسفيًا وكأنه ملفوف في صفات البياض والحلاوة والجمود وهكذا، فإن جرد من هذه الصفات واحدة بعد الأخرى فما الذي يتبقى مما لا يمكن تجريده؟ هل يتبقى أي شيء؟ أو يتحقق ما سلمنا به في القضية السابقة من أن الشيء ما هو إلا مجموع صفاته؟

وجد العلم أن صفات المواد والأشياء تعتمد من ناحية على الطبيعة الداخلية لمكوناتها، ومن ناحية أخرى على الطريقة التي ترتب بها هذه المكونات في المكان، فالصفات الفيزيائية تعتمد على طريقة ترتيب الجزئيات، والصفات الكيميائية على طريقة ترتيب الذرات التي تتكون منها الجزئيات، ولهذا فلا معنى للحديث عن تجريد أي شيء من صفاته، وغاية ما في وسعنا أن نعيد ترتيب وحداته المكونة له، وبهذه الطريقة تحل إحدى الصفات محل الأخرى: فنستبدل صلابة الثلج بسيولة الماء أو بقابلية البخار للانضغاط، أو نحصل على تألق الماس بدلاً من العتمة الشديدة للجرافيت أو السواد العميق للسناج، فبالنسبة للعالم تعتبر كل الصفات أولية بمعنى أنها:

(لا تنفصل نهائيا عن الجسم في أي حالة يكون عليها).

زهرة التيوليب الحمراء لا يقل احمرارها بالنظر إليها في ضوء أزرق.

نعود فنقول إن الفيلسوف لا يعفيه أن يحتج بأن العالم يصر على النظر للأشياء نظرة موضوعية، على حين أنه - أي الفيلسوف - معتاد على الاحتفاظ بأفكاره من ناحية ذاتية، فإذا أصر على أنه يسهل عليه تخيل، الأشياء مجردة من صفاتها، فالجواب على ذلك هو أن الفلسفة مثل الفيزياء موكولةٌ باكتساب معرفة عن العالم الحقيقي، لا عن عالم تخيلي بعيد تمامًا عن الحقيقة، حيث يمكن أن تجرد الصفات بعيدًا ولا يتبقى شيء في موضعه، ولا يمكن في غير (بلاد العجائب) أن يتم تجريد قطة من كل شيء ماعدا تكشيرتها.

أنصاف نغمات:

هناك اختلاف آخر في المصطلحات يتصل عن قرب بذلك الذي تناولناه وهو يرجع إلى ميل. الفلسفة في تناولها للعالم إلى أن تصوره بالأسود والأبيض فقط، متجاهلة كل أنصاف الدرجات والتدرج، والحيرة التي تبرز أمامنا عندما نختبر عالم الواقع، وأوضح مثال على ذلك يقدمه لنا قانون الوسط المرفوع Law of the excluded middle الذي سيطر على المنطق الصوري، فكانت له عواقب مدمرة، ابتداء **بأرسطو**، فالقانون يؤكد أن أي شيء إما يكون (ا) أو لا (ا) مهما كان (ا) أما العالم من الناحية الأخرى، فلأنه يعرف أن كل شيء على وجه العموم يمتلك بعض خواص (ا) لا يعنيه أن يصنف الشيء على أنه (ا) أولا (ا) وكل ما يبغي معرفته هو ما مقدار ما يملكه الشيء من خواص (ا).

مثلاً يؤكد القانون أن أي كمية لابد أن تكون إما نهائية أو لانهائية، فإن كان هذا صحيحة، فإن نصف أي كمية نهائية لابد أن يكون دائما كمية

نهائيـة أيضًـا، فلا يمكنه أن يكـون كمية لانهائيـة وإلا كان مجموع كميتين لانهائيتـين كمية نهائية، وهو أمر باطل، وعـلى هذا ففي متوالية الكميات:

1، $\frac{1}{1}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{8}$ $\frac{1}{16}$ $\frac{1}{32}$ ..... حيـث تكـون كل كميـة نصـف مـا قبلهـا، ولابد أن يكون كل فـرد من المجموعة كميـة نهائية مها امتدت المتواليـة، فـإذا امتـدت المتوالية بغير حدود، فسـيصبح لدينا سلسـلة من كميـات يكون كل منها نهائيا، ومجموع كل أفـراد المتوالية هو الآن مجموع عدد لا نهائي من الكميات النهائية، وعلى هذا فوفقًا للقانون لابد أن يكون المجموع لا نهائيًا، ولكن الحسـاب البسـيط جدًا يبـين أن المجموع بالفعل كمية نهائية هي 2. وهذه هي المغالطة التي تتضمنها مفارقة زينون المعروفة جيدًا عن الأرنب والسلحفاة، وتبسيطًا لذلك نفترض أن الأرنب يتحرك فقط بضعف سرعة السلحفاة، وتأخذ السلحفاة دقيقة تتقدمه فيها، تقطع خلالهـا المسـافة من نقطة البداية (ا) إلى النقطـة (ب) وعندها يبدأ الأرنب في الحركة، ويسـتغرق نصف دقيقة ليصـل إلى (ب) وفي خلال هذه الفترة تقطع السـلحفاة مسـافة (ب ج)، هـي طبعًا نصف المسـافة (ا ب)، وتبعًا لذلك يسـتغرق الأرنب ربع دقيقة ليقطع المسافة (ب ج)، ويستمران على ذلك، بحيث يكون الزمن الكلي للسباق بالدقائق:

$$1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} +$$

إلى مـا لانهاية ويتضح أن المتوالية لا يمكـن أن تنتهي، وتبعًا للقانون فهي تتكون من عدد لانهائي من الحدود النهائية، والزمن الكلي للسـباق لابد أن يكون لانهائيًا، أي أن الأرنب لن يسـتطيع اللحاق بالسـلحفاة، ولكن كما سـبق، تنتج المغالطة من افتراض أن الكميات يمكن تقسـيمها

بحد قاطع إلى نهائية ولانهائية – أو بعبارة أخرى: إنها تخضع لقانون الوسط المرفوع.

وهناك مثال أخطر من ذلك نجده فيما يسمى بالدليل الأنطولوجي أو الوجودي على وجود الله، في الصورة التي عرضه بها القديس أنسلم Anslem، وقد مر هذا الدليل بتاريخ طويل من التأييد والمعارضة من جانب كبار الفلاسفة **كديكارت ولايبنتس وكانت**.

ينتهي قانون الوسط المرفوع إلى نتائج أخرى تحدث ارتباكًا في بعض نواحي الحياة العملية، فهو مثلا يخبرنا أنه في كل لحظة من حياة الإنسان إما يكون شابة أو غير شاب، حتى أن الانتقال من المرحلة التي يكون فيها شابة إلى المرحلة التي يكون فيها غير شاب يجب أن يحدث في لحظة واحدة من حياته، وهكذا يتلاشى الشباب في طرفة عين، ويمكن أن نطبق نفس الشيء على جمال امرأة أو صحة أحد المعوقين، وهكذا يقودنا اتباع المنطق الصوري بأساليبه الضيقة إلى نتائج غريبة.

في الحياة العملية، تعتبر كل أمور الحياة تسويات وحلول وسيطة، وغالبية الأشياء تقع بالتحديد في الإقليم الوسط الذي يحاول القانون أن يلغيه، وعلى كل فهذا لا يتداخل مع تعميم القانون بالنسبة للأغراض الجدلية: «أيها السادة: من الواضح بالتأكيد أنه إما هناك نقص في علف الخنازير أو لا نقص».

اختلافات في المناهج

ينتقل بنا التفكير طبيعيًا إلى اختلاف ثالث في المصطلحات، أو ربما على الأصح في المنهج، وهو اختلاف له عواقب أخطر مما تعرضنا له حتى

الآن، إن (حرفة) الفيلسوف أن يركب ويفسر حقائق معروفة فعلاً، أما العالم فعليه أن يكتشف حقائق جديدة، وعندما يجد الفيلسوف نفسه مدعوًا لتفسير عالم شديد التعقيد وغير مفهوم إلى حد كبير، فإنه يجد ما يغريه بتجريد كل مشكلة إلى هيكلها العاري غير المصقول، بالتخلص من كل ما يبدو له غير جوهري، أما العالم فلأنه دائم التنقيب عن كل جديد، فمن الطبيعي أن يحافظ على كل التعقيدات، بل هو فعلاً يرحب بها، لأنها يمكن أن تدله على الطريق إلى مجالات جديدة للمعرفة، والمهم في ذلك هو أن الفيلسوف عرضة لخطر التبسيط الزائد لمشكلته تاركًا بعض الأساسيات من خلال عدم رؤيته لأساسيتها.

تبسيط زائد:

نضرب لذلك مثلاً بسيطًا، فالفيلسوف قد يتساءل لماذا تبدو الزهرة حمراء بالمعنى الفلسفي؟ وأين يكمن احمرارها الفلسفي؟ ومثل كثير من المشاكل الرئيسية للفلسفة، ترجع هذه المشكلة إلى **أفلاطون**، ففي محاورة ثياتيتوس، يستنتج سقراط أن اللون لا يكمن في عيننا ولا في الشيء الخارجي المدرك، والفيلسوف الحديث يقتدي **بأفلاطون** إلى حد أنه يحذف من المناقشة كل العوامل ماعدا الزهرة والعقل الذي يدركها حسيًا لأنها وحدهما - على حد قوله بمنتهى الثقة - مهما جوهر المشكلة، ففي إمكانه أن يحتج بأن الزهرة قد تبدو لأحد العقول حمراء قانية ولآخر قرمزية، وعلى هذا فاللون لا يكمن في الزهرة ولابد أنه يكمن في العقل المدرك..

ويعرف العالم أن عوامل أخرى كثيرة تدخل في الاعتبار، فالضوء الذي ينير الزهرة له أهمية خاصة بالتأكيد، فبدون الإضاءة لا يمكن أن

تبدو الزهرة حمراء على الإطلاق. بل تبدو سوداء، فالزهرة لا يمكن أن تبدو حمراء في غياب ضوء أحمر ينعكس منها ولابد أن يوجد مكون أحمر في الضوء الساقط على الزهرة، وحتى إن وجد الضوء الأحمر، فلن يراه الشخص الذى لا تكون شبكية عينه حساسة للضوء الأحمر، فمن الضروري ألا يكون لديه عمى للون الأحمر، وعلى هذا فلكي تظهر الزهرة حمراء فلابد من توفر شروط ثلاثة:

1- يجب أن يحتوى الضوء الساقط على الزهرة على بعض الضوء الأحمر.

2- يجب أن تكون لسطح الزهرة القدرة على عكس الضوء الأحمر.

3- يجب ألا يكون الشخص الناظر إلى الزهرة مصابًا بعمى للون الأحمر. إن مسألة أين يكمن الاحمرار الفلسفي للزهرة لم تعد في أحسن صورها.

ولكن إذا كان من الضروري أن نجيب عليها، فلنقل إن الاحمرار يكمن في:

1- الشمس أو أي مصدر ضوئي آخر يشع ضوء أحمر.

2- سطح الزهرة الذي يعكس ضوء أحمر.

3- شبكية عين الشخص المدرك التي تستقبل الضوء الأحمر.

هذه المناقشة المختصرة تظهر أن إدراك الاحمرار أعقد بكثير مما يسلم به الفيلسوف في معالجته البسيطة، ومع ذلك فمازالت المناقشة أبعد بكثير من أن تشمل كل خلفية الموضوع.

وبدلاً من أن نتساءل لماذا تبدو الزهرة حمراء؟ قد نتساءل ما الذي يجعل الشمس الغاربة حمراء؟ وفي هذه الحالة يكون التفسير الذي قدمناه من قبل فاشل تمامًا، والإجابة الجديدة هي أن الغلاف الجوي للأرض يشتت بعض مكونات ضوء الشمس عندما يمر خلاله، وهو يشتت الضوء الأزرق أكثر من الأحمر، مما يجعل السماء زرقاء، وهذا التشتت يزيد نسبة اللون الأحمر فيها يتبقى من الضوء، مما يجعل الشمس تبدو، دائمة أكثر احمرارًا مما هي عليه في الواقع، وعند الشروق والغروب يقطع ضوء الشمس رحلة أطول من المعتاد خلال الغلاف الجوي، بحيث تشتت كمية من الضوء الأزرق أكبر من المتوسط، وتبدو الشمس أكثر احمرارًا من المعتاد، وبمقارنتها بمظهرها المعتاد نقول إن الشمس تبدو حمراء.

وقد نتناول المسألة بطريقة أخرى، فنقول إن عملية طويلة من التطور الارتقائي زودت جنسنا البشري بعيون حساسة فحسب لأطوال موجات الإشعاع الذي تنير به الشمس كوكب الأرض، وهي أكثر حساسية للإشعاع الذي يصل إلى الأرض بغزارة، وعند غروب الشمس يختل التوازن العادي للألوان بالطريقة التي شرحناها ويبدو ضوء الشمس أحمر.

فإذا تساءلنا أيضا لماذا تبدو أبعد الأشياء في الفضاء حمراء، كما نجدها فعلاً، فستتعرض لواحدة من أعوص مشاكل الفلك المعاصر، فالأشياء التي تبدو حمراء هي السدم الهائلة خارج المجرات وهي لا تعكس الضوء كما تفعل الزهور، بل تشع ضوئها الخاص، وكلما ازداد بعد السديم ازداد الضوء احمرارًا، وربما ظهر ضوء السديم أصفر أو أخضر أو أزرق بالنسبة

للمقيم في السديم، ولكنه يبدو أحمر بالنسبة لنا فقط، لأننا نبتعد عن السديم أو يبتعد السديم عنا وهو نفس المعنى - بسرعة تقارن بسرعة الضوء، مما يجعل موجات الضوء تدخل عيوننا على فترات أقل ترددًا، فيظهر لنا الضوء أكثر احمرارًا مما يظهر للساكن في السديم، ومع ذلك فهناك إمكانيات وتفسيرات أخرى شديدة التخصص لدرجة لا تسمح بمناقشتها هنا.

وهناك مشكلات أخرى تتعلق باللون، لها إجابات مختلفة تمامًا، مثل احمرار النار، وزرقة القوس الكهربي، وزرقة السماء (وقد شرحناها جزئيًا فيما سبق)، وزرقة ضوء القمر، والظلال على الجليد، والألوان المختلفة لقوس نزح، ولجناح الفراشة، ولبقعة الزيت المتسخة على الطريق، ولكن سواء تناولنا ألوان الوردة، أو الفراشة، أو السديم، أو قوس قزح، فلابد للفلاسفة أن يعترفوا بأن في السموات والأرض أشياء تتجاوز فلسفتهم، وأن العالم ليس بالسهولة التي يرغبون فيها.

اساليب ذرية في التفكير:

هناك اختلاف آخر في المنهج، فالفيلسوف له أسلوب في التفكير في العالم أميل إلى الذرية،، فهو يميل لأن يرى العالم مجموعة من الأشياء المنفصلة، فالطبيعة مجموعة من الأحداث المنفصلة، والزمن مجموعة من اللحظات لكل منها مدة محدودة، والمكان مجموعة من المناطق كل منها له امتداد محدود، أما العالم من الناحية الأخرى، فيفكر بمصطلحات الاتصال، فهو يرى الطبيعة مسرحًا دائم التغير لا تتابعًا من القفزات، أو يراها عرضة سينمائيا لا سلسلة من. شرائح الفانوس السحري،

وعلى حين يفكر الفيلسوف في الزمن على أنه تتابع اللحظات محدودة، بصوره العالم كتيار دائم التدفق، فإن جاه إلى لحظات فكل منها لانهائية الصغر بحيث تكون الفترة الزمنية بين لحظتين متتابعين منعدمة، وهو نفس الحال مع المكان، فالفيلسوف يجزئه إلى مناطق صغيرة محدودة أما العالم فيجزئه إلى أجزاء لا نهائية الصغر أو نقط، والمسافة بين نقطتين أيضا منعدمة، وباختصار يميل الفيلسوف إلى التفكير بمصطلح ما يسميه عالم الرياضيات والتغيرات النهائية، «finite differences» على حين فكر العالم بمصطلح لانهائيات الصغر «infinitesimals».

لعل هذه الملاحظة الأخيرة لا تقوم فحسب بتلخيص الاختلاف في المنهج بل تقوم أيضًا بتوضيح منشئه، ويبدو أن هذا المنشأ له أصل تاريخي، لأن أساليب التفكير الفلسفي تبلورت من قبل أن يبتكر **لايبنتس** حساب التفاضل. أو يضع **نيوتن** نظرية التدفق Auxions ومع التقدم العلمي ومواجهته لمشاكل دائمة التجدد، اضطر العالم بحكم الظروف للتأقلم مع الأساليب الأحدث والأدق في التفكير وإلا فشل في هجومه، على حين أن الفيلسوف الذي استمر يعني بنفس المشاكل القديمة، لم تواجه هذه الضرورة برغم وجود استثناءات بالطبع، فكما نتوقع من **لايبنتس** مبتكر حساب التفاضل فقد أكد دائمًا على استمرار كل التغيرات في الطبيعة، وهو نفس ما فعله **برجسون** في تاريخ لاحق.

إن السؤال لا يتعلق بالشكليات وحدها، فهناك اعتقاد شائع بأن التغيير غير المستمر لابد أن يتحول إلى تغيير مستمر إذا جعلنا فترات عدم الاستمرار صغيرة لدرجة أن تتلاشى، وقد يصدق هذا في بعض النواحي

لكنه لا يصدق في غيرها، فمثلاً درجات السلم مها جعلناها صغيرة فإنه لن يتحول أبدًا إلى مستوى مائل، فإذا وضعنا جسيمًا صغيرًا بدرجة كافية على السلم فسيمكنه أن يستقر في موضعه دائمًا ولكنه سينزلق إذا وضع على مستوى مائل، وإذا قمنا بطلاء السلم فسنحتاج دائمًا لكمية أكبر مما نحتاج لطلاء المستوى المائل، فإذا كانت زاوية ميله 45 سنحتاج إلى كمية من الطلاء تزيد 41 % عن المستوى سواء كانت الدرجات صغيرة أم كبيرة، وبالمثل لا يتحول المنشار إلى سكين بأن نجعل أسنانه صغيرة صغرًا لا نهائيًا، فها يقطعان الأشياء بعمليتين مختلفتين.

مثال آخر لهذا الأسلوب الذري في التفكير وما يعقبه من نتائج، نجده في مفارقة Paradox أخرى مشهورة لزينون، تخيل أن سهم متحركة عند الموضع (س) من المكان في اللحظة (أ)، ويكون عند الموضع (ص) في اللحظة التالية (ب) فإذا اعتبرنا الزمن تتابعًا من لحظات منفصلة آ، ب، ج،..... فلا بد أن هناك مرحلة ننتقل فيها من اللحظة (أ) إلى اللحظة (ب) وهذه المرحلة مشتركة بين اللحظتين (أ) و(ب)، ولأنها تنتمي إلى (أ) فلابد للسهم وقتها أن يكون عند (س)، ولأنها تنتمي إلى (ب) فلابد للسهم أن يكون عند (ص)، ولكنا نعلم أنه من المستحيل للسهم أن يتواجد في موضعين مختلفين (س) و(ص) في نفس الوقت، لهذا لابد أن (س) و(ص) هما نفس الشيء، وهذا يعني أنه في المرحلة الزمنية من (أ) إلى (ب) لا يمكن أن يكون السهم قد تحرك على الإطلاق، وهكذا ادعى زينون أنه أثبت - وإن كان لسانه داخل فمه - أن الحركة مستحيلة وأن التغير وهم، ولابد أن تكون الحقيقة ثابتة، وهو المبدأ الذي قدمه

بارمينـدس «Parmenedes» معارضًـا مبـدأ هيراقليطـس Heraclitus القائل بأن «كل شيء يتغير».

عندمـا نترجم قضية زينون إلى لغة العلـم فلن يبقى منها شيء. فعندما تكـون الفترة بـين لحظتين متتابعتين منعدمة، لا يكـون هناك اعتبار لحركة السـهم خلال هذه الفترة لأنها تنعدم أيضًا، ولتفهم المشكلة لابد أن نعتبر أن حركة السـهم تتم خلال عدد لا نهائي مـن اللحظات، لأن ما يقل عن ذلك لن يعطينا فترة نهائية من الزمن والمسـافة التي يقطعها السهم في عدد لا نهائي من هذه اللحظات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا هي بالطبع = اللانهاية X الصفـر وهـو مقدار كما يعرف كل تلميذ قد يكـون صفرًا أو نهائيًا أو لا نهائيًا، وهكذا أمكننا البرهنة على إمكانية الحركة، وأعدنا للكون حريته في التغير.

عندما تقدم فلاسـفة عصر أحدث الدراسـة مشـاكل الحركة والتغير، فإن جانبًا كبيرًا من قضاياهم أفسـدته عادتهم في الإبقاء على تقسيم الزمن إلى لحظـات منفصلة، والتغير إلى أحداث منفصلة، وكأنهم لا يسـتطيعون أن يروا في الطريق الشـمالي الكبير (أو طريق السـفر) إلا علامات الطريق المتابعـة، فلم يتمكن **كانت**، أو **بريكلي**، مـن تفهم المبدأ العام للكميات لا نهائيـة الصغر، بل إن بريكلـى احتج بأنها: «قد اخترعت بغرض مسـايرة العقل الكسـول، الذي يفضل الاستسـلام للشـك المريح بدلاً من معاناة التوغل في اختبار عنيف للمبادئ التي اعتنقها دائمًا على أنها صادقة» ولأنه اسـتمر دائمًا يؤمن بأن الوجـود هو كون الشيء مدركًا حسـيًا، فقد رفض ناقـمًا أن يقر بإمكان وجود الكميـات الصغيرة صغرًا لا نهائيًا، والتي تبلغ

من الصغر حدًا لا يسمح بإدراكها حسيًا، أو بأن علماء الرياضة قد أمكنهم الانتفاع من تخيل وجودها برغم أنه غير حقيقي، وكان قاسيًا بالذات على أولئك الذين أكدوا أن هناك مقادير لا نهائية الصغر تتكون من مقادير لا نهائية الصغر، بدون أن يصلوا أبدًا إلى نهاية، حتى أنه وفقًا لهم، لا تحتوي البوصة على عدد لا نهائي من الأجزاء فحسب، بل لا نهاية من لا نهاية من لا نهاية إلى ما لا نهاية من الأجزاء..... ومهما فكر علماء الرياضة في التدفق flux ions أو حساب التفاضل وما يشبهه، فإن قليلاً من التفكير سيبين لهم أنهم عندما ينتهجون هذه السبل، فإنهم لا يدركون أو يتخيلون خطوطًا أو أسطحًا سوى تلك التي يمكن إدراكها حسيًا، وربما أطلقوا فعلاً على تلك الكميات الصغيرة وغير المحسوسة تقريبًا اسم لا نهائية الصغر، أو لا نهائية الصغر من لانهائية الصغر إن أعجبهم ولكن الأمر في جوهره لا يخرج عن كونها في الحقيقة نهائية، وحلول المشاكل لا تطلب افتراض شيء آخر.

السببية:

كانت النتائج مدمرة بالذات في تناول مشاكل السببية، فقد تصور كثير من الفلاسفة أن أحداث الطبيعة يمكن تقسيمها إلى أجزاء منفصلة، وأن هذه بدورها يمكن تجميعها في أزواج بحيث يرتبط كل حدثين بعلاقة السبب والنتيجة.

وعلى هذا الأساس المزيف، احتج (**كانت**) بأن غالبية الأسباب التي تعمل في الطبيعة تتزامن مع نتائجها، لأنه: «إذا لم يكن أمام السبب سوى لحظة واحدة قبل أن يتوقف فليس بإمكان النتيجة أن تنشأ» وهو يضرب

المثل بحجرة دافئة فهي دافئة لأن نارًا (تشتعل) بداخلها برغم أنه كما تعرف أي خادمة فالسبب هو أن النار اكانت تشتعل، بداخلها.

ويرى **كانت**، أنه إذا كان السبب والنتيجة متزامنين في الحقيقة، يصبح من الصعب تمييز السبب من النتيجة في أي حدثين مرتبطين، وإن كان يدعى القدرة على التمييز بين الاثنين من خلال علاقة الزمن للصلة الديناميكية لكليهما، ولنأخذ مثله الخاص، فإذا وضعت كرة من الرصاص على وسادة، فستكون دائمًا مصحوبة بتجويف في الوسادة، فإن وضعت الكرة على الوسادة فإن التجويف يتبع ذلك على السطح الذي كان أملس من قبل ولكن إن كان بالوسادة لسبب أو لآخر تجويف - فهذا لا يتبعه أن يكون عليها كرة رصاصية.

وكان **هيوم** قد تقدم برأي آخر في السببية، فقد اعتقد أن كل النتائج تتجاور في المكان مع أسبابها، وأيضا تتعاقب في الزمان، ولكن التجاور والتعاقب لا يكفيان بمفردهما لكي ندعي أن شيئين أو حدثين هما سبب ونتيجة، فلا بد أيضًا من وجود اقتران ثابت constant conjunction، أو بعبارة أخرى لابد أن نلاحظ أن التجاور والتعاقب قد تكررا في عدد هائل من المرات، إننا نتذكر أننا رأينا أنواع من الأشياء نسميها اللهب، وأحسسنا بأنواع من الإحساسات نسميها السخونة، وفوق ذلك، نستدعى إلى العقل اقترانها الثابت في كل المرات الماضية، وبدون مزيد من التعقيدات نسمي أحدهما سببًا، والآخر نتيجة ونستنتج أحدهما من الآخر، وهذا أيضا غير مقنع من الناحية العملية، فمن ناحية لأن الحرارة كثيرًا ما تجرب بدون لهب، واللهب بدون إحساس

بالحرارة، ومن ناحية أخرى لأنه لا توجد وسيلة لكي نقرر أيها السبب وأيها النتيجة، وفي الحقيقة الفعلية، فالحرارة غالبًا تنتج لهبة، واللهب غالبًا حرارة، ولكن عندما تأتي إلى منزل يحترق، فليس من السهل أن نحدد المصدر الأصلي للحريق إن كان الحرارة أو اللهب أو شيئًا يختلف عن كليهما.

ومن الواضح أيضًا أن الاقترانَ الثابت لحدثين لا يعطينا الحق في أن نعزو لهما علاقة السبب - النتيجة على الإطلاق، فقد أتذكر أني رأيت قطار اسكتلندا كثيرًا يمر بمحطتي عندما **كانت** عقارب ساعتي تشير إلى الثانية عشرة، ولكن هذا لا يبرهن أن أحد الحدثين سبب للآخر، وقد نرى البدر كثيرًا عندما تكون السماء صافية، ولا نراه أبدًا وهي ممتلئة بالغيوم، ولكن لا يجب أن نستنتج أن البدر يجعل السماء صافية (برغم أن هناك خرافة شعبية تدعى هذا) أو أن السماء الصافية تجعل القمر بدرًا.

وكمثال لموقف من السببية أحدث وأكثر علمية، هناك التعريف الذي اقترحه **برتراند راسل** مؤخرًا:

«إذا أعطينا حدثًا (ح $_1$) فهناك حدث (ح $_2$) وفترة زمنية (ن)، بحيث إنه عندما يظهر (ح $_1$) فإن (ح $_2$) يتبعه بعد فترة (ن)، إلا أن الدراسة العلمية تبين أنه حتى هذا التعريف ليس صحيحًا باعتبار الدقة التي يجب أن تتطلع إليها الفلسفة، باستثناء الحالة الوحيدة الخاصة التي يكون فيها (ح $_1$) هو حالة العالم بأكمله في لحظة من الزمان و(ح $_2$) هو حالته بعد فترة من الزمن (ن)».

والحقيقة العلمية هي أنه غير مسموح بتناول علاقة السببية بأي من هذه الأساليب، فهي كلها مبنية على تبسيطات لا تجوز لأمور العالم الفعلي المعقدة، وهي في أحسن الظروف تجريدات تقربنا من الحقيقة، وليس هناك مبرر علمي لتقسيم أحداث العالم إلى أحداث منفصلة، فما بالك بافتراض أنها تترابط في أزواج مثل لعبة الدومينو، يكون فيها كل حدث سببًا لما يليه وفي الوقت نفسه نتيجة لما سبقه، إن التغيرات في العالم أكثر اتصالاً في طبيعتها وأيضا أقرب تشابكًا من أن تجعل عملية التقسيم هذه صحيحة، وسوف نرى هذا أوضح عندما نتناول النظرة العلمية للسببية في الفصلين التاليين، وإن كان من المفيد أن نضرب لذلك مثلاً بسيطًا الآن في هذا الموضع.

لنفرض أني أطلقت النار على أحد الطيور وأنه سقط على الأرض، قد يعتبر سقوطه على الأرض كما هو واضح نتيجة، ولكن أين يجب علينا البحث عن السبب؟ برغم أن قضية (**كانت**) تؤيد العكس الذي ذكرناه منذ قليل فإن غالبية الناس سيقولون إنه في جذبي الزناد البندقية قبلها، ولكن هذا تبسيط مبالغ فيه للموقف، فكما هو واضح، يجب أن نضيف إلى جذبي للزناد قيامي من قبل بتعمير البندقية خرطوشة، قد سبق لشخص ما أن وضع فيها مسحوقًا وطلقات في أماكن صحيحة وبمقادير صحيحة، وإني أيضًا صوبت السلاح في الاتجاه الصحيح، وجذبت الزناد في اللحظة الصحيحة. بعد أن عينت بالضبط سرعة واتجاه طيران الطائر، وشدة واتجاه الرياح، وتأثير كل من مقاومة الهواء والجاذبية، ولعل الطلقة أصابت هدفها عندما وجهها في هذا الاتجاه المعين، لأن منخفض جويًا

كان متمركزًا فوق أيسلندا قبلها بثلاثة أيام، قد تحرك شرقًا وتسبب في رياح جنوبية غربية، وهذا حدث لأنه قبلها بأسبوع كان هناك اعصار هاريكن في جزر الهند الغربية، وهكذا إلى ما لا نهاية، فأي نتيجة ترتبط بأحداث سابقة في سلسلة لا تنتهي من خيوط الأحداث، التي تلتقي جميعها عند النتيجة.

نرى من هذا مقدار السذاجة في افتراض أن كل أحداث العالم يمكن ترتيبها على أزواج تربطها علاقة السبب - النتيجة، فهذا قد يتضمن أن كل نتيجة لها سبب واحد فقط، وأن كل سبب له نتيجة واحدة فقط، فإذا افترضنا أن أحداث الطبيعة يحكمها قانون سببي فلابد أن نفترض أن سبب أي نتيجة هو الحالة السابقة للعالم ككل بحيث يكون لكل نتيجة عدد لا نهائي من الأسباب ويمكن لبعض هذه الأسباب أن يكون له تأثير طفيف لدرجة إهماله، في نجاحي في إصابة الطائر لن يعتمد بأي درجة ملحوظة على أن نجم الشعرى اليمانية في الطالع أو أني كسرت مرآة أو قرشت ملحًا، برغم أنه قد يعتمد على الدرجة التي طال بها سهري في الليلة السابقة.

وعندما نأخذ في اعتبارنا أي حدث، فليس من الضروري أن نعتبر كل الأحداث السابقة في تاريخ العالم أسبابة منفصلة، لأن نتائج الأحداث المتقدمة محسوبة بأثرها في الأحداث المتأخرة ولا داعي لأن نتناول الحدث مرتين أو أكثر، بل يكفينا أن نأخذ في الاعتبار مقطعًا عرضيًا عند أي لحظة معينة من الزمن، فإن حالة العالم عند هذه اللحظة - أو أي لحظة اختارها - ستقدم لنا السبب المناسب للنتيجة المأخوذة في الاعتبار، فعلى سبيل

المثال، إذا اخترت اللحظة التي جذبت عندها الزناد لكي أطلق النار على الطائر، عند هذه اللحظة تكون حالة العالم من خرطوشة البندقية والرياح الجنوبية الغربية الشديدة، ولا داعي لأن نشغل أنفسنا بالتساؤل: حول من عمر البندقية؟ أو ما سبب الرياح؟.

وحتى المقطع العرضي الذي تختاره لا يحتاج لأن يمتد خلال كل المكان فالأقاليم البعيدة يمكن تركها خارج الاعتبار تمامًا، فليس هناك تأثير يستطيع الانتقال أسرع من الضوء، وهناك أجزاء من الكون ستظل دائمًا بعيدة لدرجة أن الضوء الذي غادرها لحظة المقطع العرضي لم يصل إلينا بعد، ومن الواضح أن الأحداث التي تجرى في مثل هذه الأقاليم لا يمكن أن تؤثر في المجرى الحالي للأحداث عندنا.

ومع ذلك فهناك حالتان خاصتان من المقاطع العرضية لها أهمية خاصة، فأولا: يمكننا أن نأخذ مقطعًا عرضيًا عند بداية الزمان أو إن فضلنا أن نسميه، عند خلق العالم، فعندها نرى أن كل شيء يحدث الآن هو نتيجة مباشرة للطريقة التي **كانت** ذرات العالم مرتبة عليها عند خلقها، وثانيًا: يمكن أن ندفع مقطعنا العرضي إلى الأمام زمنًا بحيث يختلف عند اللحظة الجديدة بقدر لا نهائي من الضالة عن الحاضر، وعندها يمكننا أن نهمل أجزاء الكون البعيدة عن متناولنا، سنجد أن حالة الأشياء في هذا المقطع تعتمد فقط على حالة الأشياء التي كانت في متناولنا في اللحظة السابقة، وهذه النتيجة تذكرنا برأي (**كانت**) في السببية، وهو رأي ضيق جدًا، ولكن العلم لا يجد داعيًا لتقييد نفسه بهذا الرأي، ولا حتى الرجل العادي الذي سيظل مصرًا على أن كلبه مات اليوم لأنه تناول سمًا بالأمس.

الفصل الرابع

مرور العصر الميكانيكي
(من نيوتن إلى ألبرت أينشتاين)

الميكانيكا قبل نيوتن:

كانت المحاولات الأولى لاكتشاف الخط الذي تجرى عليه أحداث العالم محدودة بالقدر الذي تسمح به رؤية الأشياء في تحركاتها، إما على مستوى المقاييس الإنسانية أو على المستوى الأكبر بكثير في الفلك، وهذه الحركات هي الوحيدة التي يمكن دراستها بدون الاستعانة بالأدوات والأجهزة.

لقد عوملت حركات الأجرام الفلكية من الناحية الهندسية فقط، كانت النجوم الثابتة يندر أن تخضع للمناقشة لأنها بدت لا تتحرك باستثناء دورانها اليومي حول القطب، ويرجع هذا لبعدها الهائل عن الأرض، ولكنهم فسروا ذلك بتصور أنها مثبته في كرة تدور حول الأرض التي تعد مركزًا لها.

أما عن القمر والشمس، والكواكب، فقد تتابع الفلكيون أرسطرخس. فبطليموس فكوبرنيك فكبلر، ليبحثوا عن المسارات التي تسلكها هذه الأجرام، ولكنهم لم يعنوا بهذا السؤال وهو لماذا تسلك الأجرام هذه المسارات المعينة بالذات ولا تسلك سواها؟ لقد أعلن **أرسطو** أن الحركة الدائرية طبيعية لكل الأجسام لأن الدائرة هي الشكل الهندسي الكامل وبدا كأن هذه الجملة كنت حب الاستطلاع لما يقرب من ألفي عام، وتقبلها كوبرنيك بغير نقد. وحتى **جاليليو** تقبلها لفترة من الزمن.

أما الأجسام الأرضية فقد حاولوا تفسير حركاتها بما نسميه الآن اصطلاحات ديناميكية فتخيل أوائل المفكرين اليونان أن حركة كل شيء محكومة بميل فطري في الشيء ليجد «موضعه الطبيعي» في العالم، فالحجر

يغطس في الماء لأن الموضع الطبيعي للأحجار وباطن المجرى، واللهب يتصاعد في الهواء لأن موضعه الطبيعي هو في السماء وهكذا، وفسر **أرسطو** هذا بافتراض أن الأجسام لها درجات مختلفة من الثقل والخفة، وأن الترتيب الطبيعي للعالم هو الترتيب وفقًا للثقل فالأجسام الثقيلة تتخذ مواضعها إلى أسفل والخفيفة فوقها، مثل طبقات الزيت والماء، وظل هذا الرأي سائدًا حتى عارضه **جوردانو برونو** (1548 - 1600) موضحًا أن الثقل والخفة اصطلاحات نسبية فليس للأشياء إذن مواضع طبيعية في الكون.

لقد تبين بالتأكيد أن هناك أشياء عديدة لا تحتل مواضعها الطبيعية، ولابد أن هناك تفسيرًا لذلك، ففكر **أرسطو** أن الجسم يمكن أن يبقى بعيدًا عن موضعه الطبيعي باتصاله المستمر بجسم آخر مثل يد تمسك به أو منضدة يوضع عليها، ولا يمكن أن يتحرك إلا بضغط من جسم آخر وهذا الاتصال يجب أن يستمر طوال حركته، فمثلاً عندما نقذف بحجر إلى أعلى فإن الهواء المحيط به يبدأ هو الآخر في التحرك ويضغط على المقذوف خلال طيرانه فيمنعه من العودة إلى موضعه الطبيعي على الأرض، وفكر **هيبارخوس** (حوالى 140 ق.م) في حل آخر، هو أن الجسم يبدأ في الحركة باستقباله ودفعة، من جسم آخر، وهذه الدفعة تبقى في الجسم المتحرك لفترة ما، ولكنها تضعف تدريجيًا حتى تتلاشى في النهاية، حتى أن الجسم المتحرك يبطئ من سرعته حتى يصل في النهاية إلى السكون.

من الطبيعي أن تسود هذه الآراء لأنها تتفق مع السلوك الفعلي للأجسام التي تتحرك على سطح الأرض، فكل جسم متحرك عليها يبطئ تدريجيًا حتى ينتهي إلى السكون، فلو لم يفعل ذلك لكان الة دائمة الحركة، وهو

أمر أجمعوا على استحالته، وبالفعل وصفه **أرسطو** بالبطلان واستخدمه في مناقشة انتهت بما فرض أنه العودة إلى اللا شيء reductio ad absurdum، أما السبب الحقيقي في إبطاء الجسم فلم يكن كما خمن **هيبارخوس** بل هو مقاومة الهواء والاحتكاك وغير ذلك من القوى المبددة.

ويبدو أن أول من لمح الحقيقة كان بلوتارخ المائة الاولى الميلادية كتب: «كل شيء ينتقل بفعل الحركة الطبيعية بداخله، ما لم ينحرف بها شيء آخر» وبخلاف ذلك لم يخمن أحد من القدماء أن الجسم المنطلق في الفضاء الخالي، أو في أي منطقة لا تعمل فيها القوى المبددة لن يبطئ إطلاقًا، بل سيعمل بالفعل كالة دائمة الحركة، وسيستمر في حركته إما إلى الأبد أو حتى بحمله شيء خارجي على السكون.

نجد الفكرة حول إمكان حدوث ذلك في كتابات الفيلسوف **نيقولاس القوساوي** (1401 - 1464) فقد اعتقد نيقولاس أن الأرض تتحرك باستمرار خلال الفضاء بدون أن ندرك ذلك - تمامًا كالسفينة التي تنساب فوق النهر بدون أن يعرف راكبوها أنهم يتحركون، إلى أن يلاحظوا ابتعاد الضفتين عنهما - وتقبل المبدأ الفيثاغوري القائل بأن الأرض تدور باستمرار حول محورها مرة كل 24 ساعة، بل إنه لاحظ أن الكرة الملساء التي تدفع للحركة على أرضية ملساء تستمر في الحركة حتى يوقفها شيء، وإلى هنا فأقواله سليمة ولكن تفسيراته خاطئة، فقد افترض أن الحركة تستمر لأن كل جسيم من الكرة يميل إلى الاحتفاظ بحركته الطبيعية الدائرية حول مركز الكرة مبدئيًا ملاحظته بأن الكرة التي لا تكون تامة الاستدارة لا تستمر في حركتها.

وبعد ذلك رأى **جاليليو** أن النتيجة الأولية للتأثيرات الخارجية على الجسم هي تغيير حركته أما التغيير في موضعه فنتيجة ثانوية، وعلى ذلك فالجسم الذي لا يؤثر عليه أي مؤثر خارجي يمضي في حركته بدون تغيير، أي يستمر بنفس السرعة المنتظمة إلى الأبد، كما سبق أن قال نيقولاس.

ولعل **ديكارت** كان أول من أعلن هذا المبدأ بوضوح تام عندما كتب «الجسم عندما يكون ساكنًا فله القدرة على أن يستمر في السكون وفي مقاومة كل الأشياء التي قد تجعله يتغير وبنفس الطريقة عندما يكون متحركًا فله القدرة على الاستمرار في الحركة بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه».

وكان **ديكارت** أيضًا هو أول من حاول إدماج كل ظواهر الفيزياء في نظام موحد من القوانين، على الأقل منذ انتهاء عهد التأمل اليوناني، ولم يكن نظامه ديناميكيًا بل كان ميكانيكيًا فهو قد حاول أن يفسر الظواهر بمصطلحات الحركة لا القوى.

"لا أقبل اي قوانين في الفيزياء غير تلك التي في الهندسة والرياضيات المجردة، لأن كل الظواهر في الطبيعة يمكن تفسيرها من خلالها» ولكن هذا النظام كان في أغلبه خاطئ.

وفي مقابلة ذلك، كان النظام الذي نشره **نيوتن** سنة 1687 تحت عنوان «المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية» Principia Mathematica Philosophia Naturali في جوهره ديناميكيًا صرفًا، ولمن لم يكن صدقه في الطبيعة كاملاً، فقد كان على الأقل صادقًا بما يكفي لانقضاء مائتي عام قبل أن تكشف عيوبه عن نفسها.

ميكانيكا نيوتن

اعتبر **نيوتن** أن العالم المادي هو مجموعة من الجسيمات أو قطع من المادة، وكل واحدة منها إما أن تكون ساكنة أو متحركة خلال الفضاء، فإن كان الجسيم ساكنًا يبقى على سكونه، وإن كان متحركًا يستمر في حركته - بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه - مالم تتدخل قوى لتغير حالة السكون أو الحركة وهذا هو القانون الأول، وبذلك صارت الحركة الدائمة هي الحالة العادية للجسم المتحرك مالم يتدخل شيء يغيرها.

وفسرت القوى على أساس تأثيراتها التي تغير الحركة، فالقوة تقاس بمقدار التغير الذي تحدثه في سرعة الجسم الذي تعمل عليه مضروبًا في كتلة الجسم (القانون الثاني **لنيوتن**). وهنا لا يعني اصطلاح (السرعة ع) ما نفهمه بالسرعة العادية وحدها، بل يدخل في الاعتبار اتجاه الحركة، وعلى هذا فإننا نفترض أن تغيرًا في السرعة قد حدث إذا غير جسم من اتجاه حركته، حتى إذا استمر يتحرك بنفس السرعة - وهذا ما يحدث لحركة القمر حول الأرض، فالقوة التي تتسبب في تغير سرعته هي بالتأكيد قوة جاذبية الأرض.

وأضاف **نيوتن** إلى ذلك أنه عندما يؤثر جسم (أ) بقوة معينة على جسم آخر (ب)، فإن (ب) يؤثر على (أ) بقوة مساوية في المقدار ومضادة في الاتجاه (القانون الثالث **لنيوتن**).

كان النظام الميكانيكي **لنيوتن** أفضل من كل ما تقدمه إلى درجة لا تسمح بالمقارنة، ويرجع ذلك إلى سببين: أولهما أنه أسس على نتائج التجارب التي أجراها **جاليليو** وغيره، على حين اعتمدت النظم السابقة

عـلى الحـدس والتخمين، وثانيهما أنه تحرر من الاهتـمام الخاص بالظروف السـائدة عـلى سـطح الأرض وأمكنه بذلـك أن يهيئ أساسًـا لصرح علم الفلـك الديناميكـي الذي شـيد عليه - فقد قـدم ديناميكا تصلح للسـماء مثلـما تصلح للأرض، وعلى أهميته كان مجـرد خطوة نحو الحقيقة النهائية، لأنـه يتضمـن افتراض أن الأجسـام تتحرك في خلفية مـن الزمان والمكان المطلقـين، وعندمـا أتـت نظريـة النسـبية بعد ذلـك بمائتين وثلاثـين عامًا أوضحـت أن الطبيعـة لا تهيء مثـل تلك الخلفية، وبعدها بعشر سـنوات أوضحـت **نظرية الكـم** أن قوانين **نيوتن** تكون صحيحـة فقط إذا طبقناها عـلى المسـتوى الكبير لظواهـر الطبيعـة، ووراء ذلك يقوم عـالم بأسره من العمليات الذرية وتحت الذرية لا تخضع لقوانين **نيوتن** على الإطلاق.

الحتمية الميكانيكية:

أتي هـذا النظـام الميكانيكـي ليلقي بمشـكلة الجبرية (الحتميـة) في بؤرة المناقشـة وهي المشـكلة التي لمسناها في نهاية الفصل السـابق، فوفقًا لقوانين **نيوتن** يتعرض أي جسيم في العالم (أ) لقوى تؤثر فيه من الجسيمات الأخرى في العـالم (ب)، (ج)، (د) بعضهـا أوكلها، هذه القوي قـد يكون مصدرها جسـيمات متلامسـة، كما يحدث عندما تتصـادم كرتا بلياردو، أو جسـيمات تؤثـر مـن بعد عـن طريق التجـاذب، مثلاً يتسـبب القمر والشـمس في المد والجـزر في المحيطـات، وفي كلتا الحالتـين يعتمد مقدار القـوة المؤثرة في أي لحظة على مواضع الجسيمات المختلفة في العالم من المكان عند تلك اللحظة.

ونتيجـة ذلـك أن التغيرات التـي تحدث في العالم عنـد أي لحظة تعتمد فقـط على حالـة العالم عند تلك اللحظة والحالة تحـدد بمواضع وسرعات

الجسيمات، فتغيرات المواضع تحددها السرعات وتغيرات السرعات تحددها القوى، والقوى بدورها محددة بالمواضع.

فإن أمكننا أن نعرف حالة العالم عند أي لحظة، فمن الممكن من حيث المبدأ أن نحسب بأدق التفاصيل السلوك والمعدل الذي سوف تتغير به هذه الحالة، فإذا عرفنا هذا يمكننا أن نحسب الحالة في اللحظة التالية ثم نعتمد على ذلك كمرحلة انتقالية فنحسب الحالة في لحظة بعدها وهكذا بغير حدود.

أو كما أوضح **لابلاس** في كتابه «**مقالة في الاحتمالات**» سنة 1812 فإن الحالة الحاضرة للعالم يمكن اعتبارها نتيجة لحالة سابقة وسببًا لحالة تالية.

وأضاف إلى ذلك أنه لو عرفت حالة العالم وقت خلقه بأدق تفاصيلها، وأعطيناها لعالم رياضيات بالغ القدرة والمثابرة، ففي استطاعته أن يستخلص كل تاريخ المستقبل «**فبالنسبة له لن يكون هناك شيء غير محدد، فالمستقبل والماضي كلاهما سيصبحان حاضرا أمام عينيه**».

وبالرغم من عدم وجود مثل هذا العالم، فالخلاصة هي أن كل مستقبل العالم متضمن في هيئته عند خلقه، وما نسميه تطورًا ما هو إلا كشف لما هو: موجود بالفعل، ونحن لا نملك إلا قدرة ضئيلة لتغيير نسق الأمور القادمة، وكأننا كمن ينسج سجادة على النول وقد أعد رسمها من قبل أو كمن يبسط سجادة ملفوفة لفحصها.

وإذا تحدثنا عن السببية عند **كانت**، أو «الاقتران الثابت» عند **هيوم** فالأمر لا يتجاوز مجرد اختلاف في الألفاظ لأنه إذا كان النسق في العالم

أن (أ) يعقبها دائمًا (ب) فمن ذا الذي يعنيه الفارق بين قولنا إن (أ) هو السبب الثابت ل (ب)، أو إن (ب) هي النتيجة الثابتة لـ (أ) إن السبب الحقيقي الذي لا خلاف عليه للأشياء جميعها هو الترتيب الذي **كانت** عليه جسيمات العالم عند بدء الزمان، ففي لغة الدين القويم يصح القول بأن الإله قدر كل الأشياء سلفا عند خلقه للعالم وفي لغة العلم يصح بنفس الدرجة القول بأن سبب كل الأشياء يكمن في ترتيب جسيمات العالم عند أي لحظة ماضية من تاريخه وكل اللحظات تصلح لذلك - ولتكن لحظة خلق العالم فكل ما يهم هو ترتيب الجسيمات وليس الذي رتبها.

مبادئ عامة:

ربما تحتاج لعالم الرياضيات الذي ذكره **لابلاس** بما له من المثابرة والمهارة اللانهائيتين لتتبع مستقبل كل جسم في الكون، أما عالم الرياضيات العادي فقد أمكنه أن يكتسب قدرا من المعرفة البسيطة والهامة عن حركات الجسيمات عامة. تعرف بطاقة الحركة، لجسم متحرك على أنها 1/ 2 كتلته مضروبة في مربع سرعته (1/ 2 ك ع 2) وهذه هي كمية الشغل الذي يبذل لتحريك الجسم بالسرعة ع، وعندما يؤثر جسيمان أو أكثر في حركات بعضهم بأي طريقة، فإن حاصل الطاقة الكلية يظل ثابتا، فإذا لم يؤخذ في الاعتبار غير طاقة الحركة، فإن طاقة الحركة الكلية لجميع الأجسام تظل ثابتة طوال التأثير.

ونعود ثانية لنقول إن (كمية حركة) جسم متحرك تعرف بأنها حاصل ضرب كتلته في سرعة حركته (ك ع)، وعندما يؤثر جسمان في بعضها تتغير كمية حركة كل منهما، فإذا **كانت** الحركة تقتصر على اتجاه واحد في المكان،

يمكن إظهار أن اكتساب كمية حركة لأحدهما هو خسارة للآخر بنفس المقدار، بحيث تظل كمية الحركة الكلية ثابتة، أما إذا لم تقتصر الحركة على اتجاه واحد في المكان فسيكون الوضع أكثر تعقيدًا فلابد أن نتخير ثلاثة اتجاهات متعامدة على بعضها مثل الجنوب - الشمال - الغرب - الشرق، تحت - فوق، وهذا يجزئ حركة كل جسم إلى مكوناتها من الحركة في كل من الاتجاهات الثلاثة على حدة، فتعرف كمية الحركة للجسم في اتجاه الغرب - الشرق مثلاً بأنها كتلته مضروبة في السرعة التي يتحرك بها من الغرب إلى الشرق، وهكذا، ويمكننا أن نبين أن كمية الحركة الكلية في أي من الاتجاهات الثلاثة للجسم بمفرده لن تتغير، وإذا اخترنا أي اتجاه آخر في المكان فستكون النتيجة صحيحة أيضًا.

ومهما كانت الطريقة التي يتحرك بها عدد من الأجسام، فإن حركتها ستخضع للمبادئ العامة التي ذكرناها، فإن كانت الأجسام مكونة من طبيعة بسيطة فهذه المبادئ تقدم لنا حلاً شاملاً، بدون أن يدخل في الاعتبار حركة مكوناتها الجزئية.

لنفرض مثلاً أن شاحنة فارغة تزن خمسة أطنان تجري بسرعة 5 أميال/الساعة تقترب من شاحنة أخرى ساكنة وزنها عشرون طنًا، ولنفرض أنها مزودان بجهاز ربط أوتوماتيكي من النوع الأمريكي الذي يهيئ لها أن تتشابكًا عند اصطدامها، وبعدها تسيران بسرعة واحدة، فما مقدار هذه السرعة؟

نلاحظ أن كمية الحركة للاثنين بعد الاصطدام لابد أن تساوي تمامًا كمية الحركة قبلها، بحيث يوزع مقدار كمية الحركة التي كانت لدى

الشاحنة التي تزن خمسة أطنان على خمسة وعشرين طنًا، ولذلك فإن الخمس والعشرين طنًا ستتحرك بما يساوي 1/ 5 سرعة الشاحنة ذات الخمسة أطنان، فالشاحنتان ستسيران معًا بسرعة ميل واحد / الساعة.

أما إذا لم يتوفر جهاز الربط الأوتوماتيكي، فإن المشكلة ستتعقد قليلاً، فالشاحنتان ستتباعدان بعد الاصطدام، وستتحركان بسرعتين مختلفتين، وبما أنه علينا إيجاد قيمة السرعتين المختلفتين بعد الاصطدام، فسنضع في اعتبارنا عاملين، الأول افتراض أنه ليست هناك طاقة تدخل في الاعتبار سوى طاقة حركة الشاحنتين، والثاني هو أن طاقة الحركة الكلية بعد الاصطدام تكون مساوية لما قبله، وباستخدام هاتين العلاقتين نجد أن الشاحنة المحملة ستتحرك للأمام بسرعة ميلين/ الساعة، وأما الفارغة فسترتد للخلف وتتحرك بسرعة ثلاثة أميال/ الساعة.

معادلات الحركة:

ليس في وسعنا أن نحل المشاكل الأكثر تعقيدًا بهذا الأسلوب المبسط، ولكنا نملك مناهج أخرى مشابهة سنحاول أن نضرب لها أبسط الأمثلة.

في لعبة البلياردو، تتحرك ثلاث كرات على سطح خشن محدد ببطانة جافة مطاطة، وتتحرك الكرات بتأثير دفعة شيء خارجي هو عصا البلياردو، وربما أمكن تتبع حركاتها إذا عاملنا كل كرة على أنها عدد لا نهائي من الجسيمات الدقيقة، فنبدأ بحساب كيفية جذب أو دفع كل جسيم لجاره، وبعدها تحسب الحركة الناتجة في الكرة ككل وهذا بالفعل ما يجب أن نقوم به إذا اقتصرنا على استعمال قوانين نيوتن في صورتها البدائية التي

نشرت بها أصلاً ومثل هذه المشكلة قد يتصدى لها عالم الرياضيات الذي اقترحه **لابلاس** بماله من صبر لا يحد، ولكنها لا تصلح للبشر الفانين، فأعمارهم أقصر من ذلك بكثير، ولا غنى لهم عن مناهج أخرى.

يمكن تحديد موضع أي كرة على سطح المنضدة بقياسين، هما البعدان بين مركز الكرة وبين حافتين للمنضدة إحداهما على الجانب الطويل والأخرى على الجانب القصير ومثل هذه القياسات تسمى (إحداثيات) وبذلك يمكن تحديد وضع الكرات الثلاث كلها باستعمال ستة إحداثيات.

وهذا لا يضع في الاعتبار أي حركة لولبية أو دورانية قد تسلكها الكرات، ويمكننا أيضا أن نحدد توجيه أي كرة بمعرفة قيمة ثلاث زوايا يمكن بدورها أن تعتبر احداثيات وإن كانت من نوع مختلف قليلاً، وبهذا نرى أن مواضع الكرات ككل، ومواضع كل الجسيمات في الكرات يمكن تحديدها بمعرفة مقادير خمسة عشر إحداثيًا، ستة منها تقيس الموضع، وتسعة تقيس التوجيه، فإذا عرفنا زيادة على ذلك المعدل الذي يزيد به كل إحداثي، أصبح لدينا خمس عشرة كمية جديدة تقدم لنا معرفة شاملة عن حركة كل جسم في الكرات، وهذه الكميات الثلاثون تحدد حالة الكرات الثلاث تمامًا.

وهكذا فإن كل المعرفة التي يطلبها عالم **لابلاس** الرياضي للتنبؤ بمستقبل حركة العدد اللانهائي من الجسيمات في الكرات الثلاث متضمنة في قيم ثلاثين كمية: خمسة عشر إحداثيًا وخمسة عشر معدلاً لتغيرها، وكل المعلومات التي يمكنه أن يقدمها لنا عن حالة الكرات عند أي لحظة مستقبلة، تتضمنها قيم هذه الكميات الثلاثين نفسها عند تلك اللحظة المستقبلة.

توجد فواصل حادة تمكننا من الانتقال من قيم هذه الكميات الثلاثين عند لحظة معينة إلى قيمها عند لحظة تالية، بدون أن نشغل بالنا بحركات المكونات الجزئية للكرات، وهناك مناهج مشابهة تسمح بتبع حركات أي نظام ميكانيكي، وتظهر القواعد اللازمة لها في صورة رياضية وتعرف ب (معادلات الحركة) هذه المجموعات من المعادلات، وضعها في أشكال مختلفة عدد من الرياضيين أبرزهم **موبرتيوس ولاجرانج وهاملتون**

Maupertius, Lagrange, Hamilton

ولعل معادلات هاملتون هي الأدعى للاهتمام، وهي تظهر على شكل ثنائيات فكل إحداثي له ثنائي، وصورة كل ثنائي تظل كما هي بغض النظر عن كون الإحداثي يمثل مسافة أو زاوية أو شيء آخر، وهذه الصورة من معادلات الحركة تعرف بالصورة الفيصلية أو التلامسية Canonical وفي إمكاننا أن نكشف جانبًا مما تعنيه هذه المعادلات بتناول حالة بسيطة ولتكن حركة جسم في خط مستقيم، فنحن نعرف كمية حركة الجسم المتحرك على أنها سرعة حركته مضروبة في كتلته، وهنا يخبرنا قانون **نيوتن** الثاني أن كمية حركته تزيد بمعدل مساو للقوة المؤثرة على الجسم وهذه العبارات يمكن صياغتها في المعادلات الاتية:

الكتلة x السرعة = كمية الحركة

معدل زيادة كمية الحركة = القوة:

وكل ثنائي من المعادلات **الهاملتونية** ما هو إلا تعميم لهذا الثنائي من المعادلات، فالطرف الأول من الثنائي يدلنا على العلاقة بين سرعات

الأجسام (أو بمعنى أعم معدلات تزايد الإحداثيات) وبعض الكميات التي توصف بكميات الحركة، على حين تحدثنا الطرف الثاني عن معدل زيادة كميات الحركة المذكورة في صورة القوة، وهذه القوى تشمل أيضًا ما يسمى عادة بالقوى الطاردة المركزية - وهذه المعادلة الثانية هي تعميم لقانون نيوتن الثاني للحركة.

الميكانيكا الكلاسيكية

حتى الآن مضينا في تخيلنا بأن كل الطاقة وكل كمية التحرك الموجودة في العالم تكمن في حركة الجهات المادية، وعندما تتحرك هذه الجسيمات يمكننا على ضوء قوانين نيوتن أن نبين أن طاقة الحركة لأي مجموعة من الجسيمات ستحتفظ بقيمة ثابتة خلال التغيرات التي تحدث في حركة الجسيمات منفردة، بشرط ألا تؤثر عليها قوى خارجية، وهذا هو قانون «بقاء الطاقة» في أبسط صوره ويصدق أيضًا على كمية الحركة الكلية في أي اتجاه في المكان وهذا هو قانون «بقاء كمية الحركة»

ولكن عندما نأخذ في الاعتبار الجاذبية والتفاعلات الكيميائية والإشعاع والكهرباء والمغناطيسية فلن تظل الطاقة الكلية ولا كمية الحركة الكلية ثابتة.

وفي استطاعتنا أن نزيد الطاقة التي تتحرك بها سيارة بجعلها تنحدر من مرتفع أو بإحراق بعض الوقود في خزانها، وليس في إمكاننا بالتأكيد أن نستمر في ذلك بغير حدود، فبعد فترة ستهبط السيارة إلى مستوى سطح

البحر أو يفرغ الخزان، وهذا يدفعنا إلى تصوير الارتفاع فوق مستوى سطح البحر والبترول في خزان السيارة على أنهما مستودعان للطاقة يمكن من خلالهما زيادة طاقة السيارة إلى أن يستهلكا.

ولكي تكون لدينا صورة متكاملة، نفترض أن الطاقة يمكن تخزينها في عدة أشكال مثل الثقل المرفوع في ساعة الحائط، أو زنبرك ساعة اليد، أو المواد الكيماوية المستخدمة في المركم الكهربي، أو الفحم الذي نحرقه في الغلايات، أو البترول الذي نحرقه في سياراتنا، وبإدخال بعض الكميات المعينة للطاقة وكمية الحركة في الجاذبية والطاقة الكيميائية والكهرباء والمغنطيسية والإشعاع، وجد فيزيائيو القرن التاسع عشر أنه من الممكن تعريف الطاقة وكمية الحركة بما يجعلها باقيتين أو على الأقل تبدوان كذلك ووجد أنه من الممكن التوسع في الميكانيكا النيوتونية بهذه الطريقة وما يشبهها لدرجة أنه أمكن تطبيقها على مدى مائل من الظواهر كلها - وهي آمال لم يقدر لها أن تتحقق كما سنرى فيما بعد.

هذا التوسع لميكانيكا **نيوتن** يسمى عامة وبالميكانيكا الكلاسيكية، ونحن هنا لا تتناولها إلا فيما يتصل باهتمامنا الفلسفي العام، ولذلك نحتاج في هذا الموضع إلى أن نعود لهذا المثال المحدد.

لنفرض أننا رجعنا إلى منضدة البليارد التي تحدثنا عنها سابقًا فوجدناها قد تعقدت في غيابنا، كانت المنضدة الأصلية مهيئة لتوضيح ميكانيكا **نيوتن**، أما المنضدة الجديدة فمهيئة لتوضيح الميكانيكا الكلاسيكية الأكثر تعقيدًا، لقد وضع بعضهم مغناطيسات بداخل الكرات، وأيضًا بداخل بطانة المنضدة، وأعد أسلاكًا كهربية تخلل أرضية المنضدة، وجهز بطاريات

ومفاتيح ليولد تيارات كهربية ويتحكم فيها، فلو أردنا أن نصف حالة هذا النظام بأكمله سنحتاج بالتأكيد إلى ما يزيد على إحداثياتنا الخمس عشرة الأصلية وتؤكد لنا الميكانيكا الكلاسيكية أنه يكفينا لذلك عدد محدود من الإحداثيات وأكثر من ذلك تزودنا بمعادلات حركة الإحداثيات الجديدة.

وأغرب ما في الموضوع أن هذه المعادلات الحركية الجديدة مشابهة جدًا في صورتها للمعادلات الأساسية البسيطة في ميكانيكا **نيوتن**، وتظهر نفس الرموز القديمة في المعادلات الجديدة وتدخل فيها بنفس الأسلوب برغم أن لها بالتأكيد معاني مختلفة، ونتيجة ذلك أن المعادلات الجديدة تسمح بنفس النوع من التنبؤات العامة مثل المعادلات القديمة، وفي كل ثنائي أساس من المعادلات القديمة، وفي كل ثنائي أساسي من المعادلات الهاملتونية تخبرنا إحدى المعادلتين بأن كمية الحركة المرتبطة بإحداثي واحد تتزايد قيمتها بمعدل مسار للقوة التي تعمل على زيادة هذا الإحداثي، في حين تحدد المعادلة الأخرى معدل تغير هذا الإحداثي بدلالة كميات الحركة المختلفة.

وهذا التشابه في التنبؤ يوضح أن الميكانيكا الكلاسيكية في مفهومها الأساسي نيوتونية، وأنه مازال من الممكن تصور الطبيعية على أنها جسيمات تتدافع وتتجاذب بتأثير القوى.

التأثير على بعد:

بمجرد أن نشرع في وضع صورة مفصلة للدفع والجذب تبدأ الصعوبات في الظهور فعندما تتصادم بمليون كرة وتبدأ كلها في الحركة، يسهل علينا أن نتخيل أنه في طرف كل كرة يوجد أحد الجسيمات، وأن

هذا الجسم بدفع جسمًا آخر في طرف كرة أخرى، وبذلك تنتقل القوة من كرة لأخرى.

إن مفهوم **نيوتن** عن القوة يسهل علينا أن نصنع صورة محددة مثالية توضح ما يحدث في مثل هذه الحالة ولكن الأمر ليس بنفس السهولة في نصور ما يحدث عندما يتشبب القمر في المد والجزر أو عندما تحتفظ الشمس بالأرض في مدارها، لقد حدد قانون **نيوتن** للجاذبية ومقدار والقوة المؤثرة بين جسمين كالشمس والأرض، ولكنه لم يشرح لنا طبيعة القوة، ولا كيفية عملها من خلال الفضاء الممتد الذي يبدو خاليا، كيف يمكن للقمر أن يحرك مياه المحيطات بدون سلسلة من الاتصالات المستمرة بين القمر والأرض على هيئة حزمة من الخيوط أو المطاطات أو بدون سائل ينقل الضغط أو التوتر المستمر؟ أليس من حقنا أن نتساءل: ما الذي يقوم في الحقيقة بدور الخيوط والمطاطات أو السوائل؟

طرح **نيوتن** ومعاصروه مثل هذه الأسئلة فقد كانوا عامة يشعرون بضرورة الإجابة عليها قبل أن يتقبلوا نظرية **نيوتن** في الجاذبية، وفي خطاب شهير أرسله **نيوتن** إلى **بنتلي** Bently كتب يقول: «لست أصدق أن المادة الخالية من الحياة أو الإدراك يمكنها أن تعمل أو تؤثر على مادة أخرى بدون وساطة شيء غير مادي وبدون اتصال ثنائي.... ولا أن الجاذبية كامنة في المادة، وفطرية وجوهرية بالنسبة لها، لدرجة أن جسمها ما يؤثر في جسم آخر على بعد منه، ومن خلال فراغ، إن هذا بالنسبة لي أمر سخيف جدًا حتى أني لا أصدق أن إنسانًا أوتي ملكة مؤهلة للتفكير في المسائل الفلسفية يمكن أن يقع فيه».

وبقى السؤال بدون إجابة حتى جاء **ألبرت أينشتاين** بنظرية النسبية العامة سنة 1915 وأوضح أنه من المحتمل ألا توجد إجابة أو حاجة إلى إجابة.

رأينا فيما سبق أن المكان ثلاثي الأبعاد لا يهيئ هيكلاً مناسبًا كي تمثل عليه حركة الأشياء، فعندما يكون عدد من الأشياء في حالة سكون، يمكن أن تمثل علاقاتها المكانية في متصل ذي ثلاثة أبعاد، وهذا الترتيب إذا أعد بدقة سيكون متكاملاً مع نفسه، ومفهومًا،، وسيسمح لنا بتمثيل كل العلاقات المكانية الأشياء وليس مجرد بعضها - في ترتيب واحد، ولكن وجد أن مثل هذا الترتيب لا يكون مناسبًا إذا **كانت** الأشياء تتحرك بسرعة ولا يمكنه أن يمثل كافة الحقائق التي تعرفها بالمشاهدة ولابد لنا أن نضيف بعدًا رابعًا من طبيعة الزمان العامة إلى الأبعاد الثلاثة للمكان البسيط ونتيجة ذلك هي المتصل رباعي الأبعاد الذي وصفناه على أنه وحدة المكان -- الزمان وعندما لا يجوز القول بأن بعدًا معينًا يمثل الزمان وأن الثلاثة الآخرين يمثلون المكان، فإن المتصل رباعي الأبعاد يعتبر كلاً لا يتجزأ ولابد من معاملته على أنه وحدة، ومن الممكن أن تأخذ أي اتجاه من الاتجاهات المختلفة مثل الزمان، وسيؤدي دوره بكفاءة بالنسبة المشاهد يتحرك بالسرعة الملائمة في المكان.

هذا المتصل رباعي الأبعاد، الذي كونه اندماج المكان والزمان اندماجًا تامًا يختلف عن أي منها في حاله المنفردة، وهو يهيئ أنسب هيكل يصلح لمناقشة ظاهرة الجاذبية وتفسيرها، وفي هذا المتصل تمثل أي كتلة على أنها نقطة في المكان عند لحظة من الزمان، وعلى هذا يمكن لأي كتلة جاذبة

مثل الشمس تحتل نقطة معينة من المكان عند لحظة معينة من الزمان أن تمثل بموضع نقطة واحدة منفردة في المتصل ولتكن (ك) على حين يمثل موضع الكتلة نفسها في المكان في لحظات تالية بمواضع نقاط أخرى في المتصل مثل ل، م، ن،...، وعندما نصل بين تلك النقاط نحصل على الخط ك ل م ن.... الذي يسجل المواضع المختلفة التي احتلتها الكتلة خلال فترة من الزمان، أو خلال الزمان كله إذا أردنا، ومثل هذا الخط يسمى (خط العالم) World line بالنسبة للكتلة التي تناولها.

وعندما يصبح مثل هذا الهيكل في متناولنا، ستمكن من الحصول على صورة مختصرة كاملة ومثالية للنسق الذي تجرى عليه الأحداث.

تفترض في البداية أن وجود مثل تلك الكتلة الجاذبة في المكان والزمان اللذين تمثلها النقطة (ك) من المتصل بطبع انحناءة على المتصل بجوار النقطة (ك)، بنفس الطريقة التي تطبع بها كرة من الرصاص أثرها على وسادة حول النقطة التي وضعت عندها، وعلى هذا فإن الوجود المستمر للشمس سيطبع انحناءة على المتصل في المنطقة التي تحيط بخط عالم الشمس،.

وبعد أن قدمنا المتصل بما فيه من انحناءات نجد نظرية النسبية تخبرنا بأن الأجسام الأصغر من مثل تلك الكتلة والتي تحرك بجوارها - كالكواكب والمذنبات والشهب التي تتحرك بجوار الشمس - تكون خطوط العالم بالنسبة لها مستقيمة أو أقرب ما يمكن من الاستقامة بما يتوافق مع انحناءة المتصل.

هذه العبارة المبسطة نصف النسق الذي تجرى عليه الأحداث تمامًا، ونضيف إلى ذلك أنه عند التعرض لأكثر من كتلة جاذبة تختلف الصورة قليلاً، أما إذا لم توجد أي كتلة جاذبة فقد لا تتواجد في المتصل انحناءات على الإطلاق، أي يصبح خط عالم الجسم مستقيمًا أي أنه يستمر في الحركة في نفس الاتجاه وبنفس السرعة، وهذا هو قانون نيوتن الأول الذي يظهر الآن كاستنتاجات بسيط من نظرية النسبية، فعندما توجد الكتل الجاذبة سيبدو الجسم وكأنه يتحرك في مسار منحن، ولكن هذا الانحناء للمسار الذي يبدو لنا إنما يعكس انحناء المتصل، لقد رأى نيوتن أن الكوكب يسلك مسارًا منحنيًا في فضاء مستقيم أما نظرية النسبية فتصوره على أنه يسلك مسارًا مستقيمًا في فضاء منحن.

نلاحظ في هذا العرض أننا لم نعد نرجع للقوة واصطلاحاتها حتى أن حركات الكواكب وغيرها من الأجسام الجاذبة تقدم مشاكل في الهندسة وليس في الديناميكا، أما مشكلة التأثير عن بعد فقد ألغيت كليًا، لأن الطبيعة قد تفادتها بمناورة بسيطة بأن جعلت الجاذبية تؤثر على الفضاء وليس من خلاله، ولكن هذا الحل يؤجل الصعوبات فقط فهو بزودنا بوصف جديد ولكنه لا يفسر الحقائق تفسيرًا مقنعًا.

وفي الوقت نفسه تكتسب مشكلة السببية بعدًا جديدًا، فلم يعد مستطاعًا أن نقول إن الماضي يخلق الحاضر فلا الماضي ولا الحاضر له معنى موضوعي لأن المتصل رباعي الأبعاد لا يمكن تقسيمه إلى ماض وحاضر ومستقبل، وكل ما في إمكاننا هو أن نصرح بأن خطوط العالم لكل الأشياء في الكون تسير على النسق المبسط الذي وصفناه، فإن كان لتلك الخطوط

وجود حقيقي في متصل حقيقي فإن تاريخ الكون كله بمستقبله وماضيه على السواء، محدد تحديدًا قاطعًا لا رجعة فيه، أما إذا اعتبرنا خطوط العالم مجرد تركيبات رسمناها لنسهل على أنفسنا تفهم النسق الذي تجري عليه الأحداث ففي هذه الحالة سيسهل علينا أن نمد خطوط العالم هذه من ماضينا الذي اكتمل إلى مستقبلنا، بنفس السهولة التي ننسج بها الأقمشة عندما يكون نمطها معدًا على النول، وفي كلتا الحالتين يكون المستقبل ثابتًا مؤكدًا ونضطر للتسليم بالجبرية التي لا فكاك منها.

القوى الكهربية والمغنطيسية:

يبدو أن القوى الكهربية والمغنطيسية تؤدي إلى نوع المشاكل نفسها التي تقدمها قوى الجاذبية، وإن كان ذلك بطريقة سطحية، تبين التجربة أن جسمين مشحونين بالكهرباء يتجاذبان (أو يتنافران إذا كانت شحنتاهما من النوع نفسه) بقوة تتفق مع قوة الجاذبية في خضوعها للقانون الرياضي نفسه، فالقوتان تتناسبان عكسيًا مع مربع المسافة.

وينطبق القانون نفسه على القوى المغناطيسية، فالقطبان المغنطيسيان يتجاذبان أو يتنافران بقوة تتبع هي أيضا قانون التربيع العكسي للمسافة.

وعلى ذلك فلعلنا كنا نتوقع أن تقدم لنا هذه القوى تفسيرًا تصويريًا على طريقة قوة الجاذبية، إلا أن مثل هذا التفسير لا وجود له، والأمل في اكتشافه بعيد جدًا، لأن القوى الكهربية والمغنطيسية على وجه العموم تقدم مشكلة أعقد من قوة الجاذبية.

والأمر بالنسبة لقوة الجاذبية سهل فهي تقوم بذاتها، وتشبهها القوى الكهربية والمغنطيسية في ذلك ما دامت الشحنات الكهربية والأقطاب المغنطيسية ساكنة، ولكن بمجرد أن تدخل الحركة في الصورة يتغير الموقف بأسره، لأن قوى من أنواع جديدة تدخل في الاعتبار فالشحنات الكهربية المتحركة تولد قوى مغنطيسية إلى جانب القوى الكهربية التي تولدها وهي ساكنة، وعندما اكتشفت القوانين الدقيقة التي تتحكم في هذه العمليات المعقدة من خلال عدد هائل من التجارب عبر عنها **كلارك ماكسويل** Clerk Maxwell بنجاح في صورة رياضية بسيطة ورائعة.

في ذلك الحين، كان من المفترض أن الفضاء مملوء بالأثير، وهي مادة تؤدي وظائف من بينها نقل القوى عبر الفضاء ومادام هذا الأثير يمكن اللجوء إليه فمن السهل أن نفهم انتقال قوة إلى مسافة، فهو مشابه لقرع جرس بعيد بشد حبل مربوط فيه.

كان نسق الأحداث الكهربية معروفًا بدقة في صياغات رياضية، لهذا كان من الطبيعي أن يحاولوا اكتشاف خواص الأثير عن طريق هذا النسق، وكان من المسلم به أنه سيثبت أن هذه الخواص ميكانيكية، فإما أن تخضع جسيمات الأثير لقوانين **نيوتن** أو تتفق مع مبدأ أعم مثل أقل أداء least action الذي قام كتعميم لقوانين **نيوتن**، وفي كلتا الحالتين ستوجد القوى التي تجذب وتدفع، وحاول **فاراداي** Faraday **وماكسويل ولارمور** Larmor وعدد كبير غيرهم أن يفسروا التأثير الكهرومغنطيسي وفق هذه الاصطلاحات، ولكنهم فشلوا في جميع المحاولات، وبدا أن أي خواص للأثير سيستحيل أن تفسر النسق الذي يشاهد في الأحداث.

ثم جاءت نظرية النسبية لتفسر السبب في فشلهم، فالتأثير الكهربي يستغرق فترة زمنية كي ينقل من نقطة في المكان إلى أخرى، وأقل فترة لذلك هي التي يستغرقها انتقال الضوء بسرعته المحدودة ، وعلى هذا يصح أن نقول إن التأثير الكهرومغنطيسي ينتقل خلال المكان والزمان مجتمعين، ولكنهم كانوا يملكون المكان وحده بالأثير، أي أنهم في تمثلهم التصويري تكهنوا بوجود نميز حاد بين المكان والزمان ولو أن مثل هذا التمييز حقيقي لوجب أن تظهر التجربة صحة الفصل بين الاثنين، إلا أنه عندما أجرى **ميكلسون ومورلى** مثل هذه التجربة فشل ذلك الفصل وظهر أن المكان والزمان بالصورة التي افترضوها لا يصدقان مع وقائع الطبيعة.

وعلى هذا الفشل تأسست نظرية النسبية وقدمت مفتاحًا لحل الفزورة عندما أوضحت أن نسق الأحداث لا يمكن تغييره يجعل البناء الكهرب بتحرك خلال الأثير المفترض مهما كانت السرعة، وكان ذلك هو الفرض الأساسي للنظرية والذي أكدته كل التجارب حتى الآن، إن نسق الأحداث لا يمكن تغييره بتغيير سرعة الحركة، أو في عبارة أخرى، يظل نسق الأحداث كما هو سواء وقف العالم ساكنا في الأثير المفترض أو تعرض لرياح أثيرية نهب عليه بسرعة مليون ميل في الساعة. وبدا أن ذلك الأثير المفترض غير مهم لنظام الأشياء، وبعدها تبين بمزيد من المناقشة أنه لا يصلح لأي غرض نافع ولهذا يمكن التخلي عنه، ولكن ذلك يواجهنا بمشكلة، فلو أننا تخلينا عن الحبل الذي نقرع به الجرس، فما الذي سيقرع الجرس؟

فللدليل التجريبي المباشر يبين لنا أن القوى التي يبذلها الالكترون (أو أي جسم مشحون) لا يمكن ربطها بأي ميكانيكية متصلة بالجسم، أو

بأي تأثير ينتقل خلال الأثير أو أي وسط يحيط بالجسم، ولدينا لذلك حالة خاصة مثالية النسق الأحداث، مكتوبة بلغة الرياضيات، ولكن ليس مسموحًا لنا بشرحها سواء في مصطلحات الرياضيات أو في غيرها.

وهذا ينطبق أيضًا على معظم جوانب الميكانيكا الكلاسيكية، أما الجانب الوحيد الذي نفهمه في أسلوب تصويري فهو الجانب النيوتوني الذي يتعامل مع الظواهر الميكانيكية على مستوى مقاييسنا الإنسانية، وفي الإمكان فهمه لأن ظواهره تؤثر في حواسنا مباشرة وتفسيره التصويري يعتمد على مصطلحات القوى التي تماثل ما تقوم به عضلات أجسامنا، وفكرة مثل تلك القوى مألوفة لعقولنا.

وإذا أردنا أن نضع العمليات الأخرى في شكل تصويري، فلن تتهيأ لنا صورة كاملة بمفردها، وغاية ما في وسعنا هو أن ننشئ عددا من الصور الناقصة التي تمثل كل منها جانبًا معينًا من المدي الواسع لعالم الظواهر، فمثلا إذا أطلق سيل من الالكترونات على شاشة من كبريتيد الزنك ينتج عدد من الومضات - ومضة لكل الكترون - وقد نصور الالكترونات على أنها مقذوفات أشبه بالرصاصات التي تصيب هدفًا، أما إذا مر السيل نفسه بالقرب من مغناطيس معلق فسنجد أنه ينحرف بمرور الالكترونات قريبًا منه، وعلى هذا يمكن تصوير الالكترونات وكأنها تركيبات اخطبوطية لها لوامس أو «أنابيب من القوة ملتصقة بها من كل اتجاه».

إلا أنه من الخطأ التفكير في أي الكترون على أنه تركيب كالرصاصة له لوامس ملتصقة على سطحه، يمكننا أن نحسب كتلة الرصاصة وأيضا كتلة اللوامس وكلتا الكتلتين ستكونان متطابقتين، وتتفق كل منها مع كتلة

الالكـترون المعروفة، ولكن لا يمكننا أن نعتبر الالكترون رصاصة بالإضافة إلى لوامـس - وإلا أصبحت كتلته ضعف مـا كانت، فإما أن نعتبره رصاصة أو لوامـس والصورتـان لا تعبران عن جانبين مختلفـين من الالكترون ولكن عن وجهتين مختلفين منه، وهما لا تضافان إلى بعضيهما بل تتبادلان المواقع.

أكثر من هذا فالموقف أعقد مما وصفناه، لأننا نحتاج إلى صورة لوامس خاصـة لكل سرعـة من حركة الالكترون على حـدة، حيث تقاس سرعته بالنسبة للمغنطيس المعلق أو أي شيء آخر يؤثر عليه الالكترون المتحرك، وتفسـير ذلـك شرحنـاه من قبـل، فعندمـا يكون الالكـترون ثابتـا تكون اللوامـس ملتصقة عليه بالتسـاوي في كل الاتجاهـات، ولكن الالكترون الذي يعتبر ساكنًا بالنسبة المغنطيس معين قد بعد متحركا بالنسبة لمغنطيس آخـر، فـإذا أردنـا أن ندرس تأثـير الالكترون عـلى هذا المغنطيـس الثاني، فعلينا أن نصوره وكأنما يحيط بوسطه حزام من اللوامس، أي أننا سنحتاج لصـورة مختلفة لكل سرعـة من الحركة النسـبية والنتيجـة أن العدد الكلي للصـور يصبح لا نهائيًا، ولن نتمكن من تشـكيل الصـورة التي نحتاجها حتى نعرف سرعة الالكترون بالنسبة للشيء الذي سيلتقي به.

انهيار الميكانيكا الكلاسيكية

باقـتراب القـرن التاسـع عشر من نهايتـه أمكن القـول بـأن الميكانيكا الكلاسيكية لقيت نجاحًا كاملاً في تفسير الظواهر والتنبؤ بها عندما تتعلق بالطبيعة على مسـتوى المقاييس الإنسانية، وحققت أيضا نجاحًا تامًا حتى عـلى المسـتوى الأكبر في الفلك، برغـم أنها قد فاتها النجاح الكامل نسـبيًا

في مجموعة صغيرة من المشاكل التي نأمل الآن في توضيحها على ضوء النظرية النسبية للجاذبية.

أما على الناحية المقابلة من عالم المقاييس، فلم يتحقق أي قدر من النجاح، فعندما كان علم الفيزياء التجريبي مهتمًا بالعمليات التي تتم داخل الذرة، كانت الميكانيكا الكلاسيكية تثبت فشلها التام في ذلك المجال ولعل أبرز فشل قابلته كان مع المشكلة الأساسية لتركيب الذرة.

تركيب الذرة:

قدمت الفيزياء التجريبية مبررات قوية للتفكير في الذرة على أنها تتركب من مجموعة من الالكترونات وهي جسيمات سالبة الشحنة بالإضافة إلى شيء بحمل الشحنة الكهربية الكافية بالضبط لمعادلة مجموع الشحنات السالبة الالكترونات، لأن الشحنة الكلية للذرة العادية تساوي صفرًا دائمًا.

والميكانيكا الكلاسيكية ليس فيها ما يهيئ لتركيب من هذا النوع حجمًا مستقرًا فهذه الشحنات لا يمكنها أن تظل ساكنة وإلا تساقطت على بعضها، كما أنه لا يمكنها أن تستمر في الحركة وإلا صارت كل منها آلة أبدية الحركة وهو أمر لا تسمح به الميكانيكا الكلاسيكية.

ومهما كان النظام الميكانيكي الذي نتبناه في النهاية فلابد أن نتوقع منه أن يمكننا من حساب الأحجام الثابتة المستقرة للذرات، بتجميع ثوابت القوانين المعروفة في الفيزياء بأي طريقة من الطرق، ولكن الثوابت المعروفة في الميكانيكا الكلاسيكية لا يمكن تجميعها بهذه الطريقة وكان في

هذا ما يفترض أنه مازال هناك المزيد من الثوابت الأساسية للفيزياء التي تنتظر الكشف عنها.

مشكلة الإشعاع:

وكان الفشل الآخر البارز للميكانيكا الكلاسيكية أمام مشكلة الإشعاع ففي ذلك المجال أعطت تنبؤات على قدر كبير من التعميم متوقعة نتائج حاسمة، أثبتت المشاهدة خطأها تمامًا، ولعلنا نشرح طبيعة ذلك التضارب بمثال بسيط.

تخيل أن كومة من كرات الصلب أطلقت لتنزلق على أرضية من الصلب، فإذا اصطدمت كرتان منها، تغيرت سرعتاهما واتجاها حركتيهما، ولكن هذا الاصطدام لن يغير طاقة الحركة الكلية للكرتين، ولكن لا مفر من وجود تسرب مستمر للطاقة من عوامل أخرى، كمقاومة الهواء، والاحتكاك بالأرضية، فتستمر الكرات في فقد الطاقة حتى نجدها بعد فترة غير طويلة وقد سكنت فوق الأرضية، سيلوح لنا أن طاقة الحركة قد تبددت برغم أننا نعرف حقيقة أن معظمها قد تحول إلى حرارة، وتتنبأ الميكانيكا الكلاسيكية أن هذا لابد أن يحدث، وتبين لنا أن طاقة الحركة باستثناء جزء بسيط منها لابد أن تتحول إلى حرارة عندما تسمح الطبيعة بهذا التحول، وعلى ذلك فالآلات أبدية الحركة مستحيلة من الناحية العملية.

ويمكن باختصار تطبيق أفكار مشابهة على الجزئيات المكونة لهواء إحدى الغرف، فهي تتحرك بحرية وكثيرًا ما تتصادم وكما تنبأ. الميكانيكا

الكلاسيكية فإن الطاقة الكلية للحركة سوف تتحول إلى إشعاع، بحيث نجد الجزئيات بعد قليل ساكنة على الأرضية مثلما حدث لكرات الصلب ولكن ما يحدث بالفعل هو أنها تستمر في الحركة بطاقة لا تتلاشي مكونة آلات أبدية الحركة تتحدى الميكانيكا الكلاسيكية.

لماذا تواجه الميكانيكا الكلاسيكية مثل هذه الدرجات المختلفة من النجاح أمام هاتين الحالتين؟

وما الذي يجعلها تفشل هذا الفشل الذريع أمام جزيئات الهواء على حين تعطينا النتائج الصحيحة مع كرات الصلب الإجابة هي أننا ننتقل من أحد العوالم الثلاثة التي سبق تناولها إلى عالم آخر، من عالم المقاييس الإنسانية إلى عالم الالكترون.

ويمكننا أن نضيف إلى ذلك برغم عدم توفر أي دليل قاطع أن أي مجموعة من الأجسام تتحرك باستمرار في المكان والزمان، وتخضع لأي نظام من القوانين وعلى شرط أن تخضع لقانون السببية، بمعنى أن كل حالة يتبعها دائما حالة أخرى على نمط واحد تكون محصلة حركتها في النهاية مماثلة لما تنبأت به الميكانيكا الكلاسيكية، أي لابد أن تتحول كل طاقة الأجسام من المادة إلى الإشعاع وهذه النتيجة الخاطئة ليست مستبعدة على الميكانيكا الكلاسيكية، لأنها تستنتج أيضًا من خلال مجموعة كبيرة جدًا من النظم الميكانيكية الكلاسيكية الممكنة، ولذلك فلن يمكننا أن نصحح الأمور عن طريق تعديلات طفيفة في الميكانيكا الكلاسيكية، إننا في حاجة إلى تغيير جذري، فإما أن نتخلى عن الاستمرار أو السببية في الميكانيكا الكلاسيكية أو عن إمكانية تمثيل التغييرات على أنها حركات في الزمان والمكان.

الحركات في الزمان والمكان:

كونت هذه المفاهيم الثلاثة حجر الأساس للفلسفة المادية والجبرية، وهي الفلسفة التي بدا أن فيزياء القرن التاسع عشر تؤدي إليها، وعلى هذا فما إن أصبح من الضروري رفض أحد هذه المفاهيم حتى بدأت الأبعاد الفلسفية للفيزياء تمر بتحولات هائلة، لقد انقضى العصر الميكانيكي سواء في الفيزياء أو الفلسفة، وعادت المادية والجبرية من جديد مسائل مطروحة للمناقشة على الأقل إلى أن تدلى الفيزياء الحديثة برأيها، وستناول هذه الفيزياء الحديثة في الفصلين التاليين، ومضموناتها الفلسفية في فصلنا السابع والأخير.

مكتبة
t.me/soramnqraa

الفصل الخامس

الفيزياء الحديثة

بلانك، رذرفورد، بور

نظرة تمهيدية:

بحلول القرن العشرين، ظهرت فيزياء حديثة، ينصب اهتمامها على الظواهر التي تقع على مستوى الذرات وما دون الذرات، وأتت معها بنوع جديد من التنبؤ بظواهر الطبيعة الجامدة، وكان مقدرًا لها مع الوقت أن تكتسح كافة الصعاب التي أحدقت بالميكانيكا الكلاسيكية القديمة، وأن لمحة سريعة على المجال الواسع لهذه الفيزياء الحديثة لترينا ثلاث علامات بارزة. نلاحظ أوفي بحث نشره الأستاذ بلانك في برلين 1899 أن غايته كانت تصحيح الميكانيكا الكلاسيكية حتى تناسب مع الحقائق التي نشاهدها في الإشعاع، ويبين هذا البحث السبب في عدم تحول كل طاقة الأجسام إلى إشعاع، فلقد سبق أن رأينا كيف أن هذا كان يتضمن التخلي عن فكرة الاستمرار أو السببية أو تمثيل الظواهر على أنها تغييرات تحدث في المكان والزمان، وبالفعل كان بحثه يبرز ضرورة التخلي عن فكرة الاستمرار، واقترح كملجأ أخير أن التغيرات في الكون لا تتكون من حركات مستمرة في المكان والزمان، بل هي على نحو ما غير مستمرة.

لقد صورت الميكانيكا الكلاسيكية عالمًا مكونًا من مادة وإشعاع، فالمادة تتكون من ذرات والإشعاع من موجات، أما نظرية بلانك فلجأت إلى تصوير الإشعاع في صورة ذرية مشابهة لما سبق أن وصفت به المادة، فافترضت أن الإشعاع لا ينطلق من المادة على شكل تيار متصل مثل تيار الماء المتدفق من خرطوم، بل هو أشبه بطلقات من الرصاص تنطلق من مدفع رشاش، فالإشعاع ينطلق على هيئة مقادير منفصلة أطلق عليها بلانك اسم الكمات quanta، وهو أمر له عواقب فلسفية خطيرة كما

سنرى. وإضافة لأفكار بلانك، افترض الأستاذ **نيلز بور** Niels Bohr من كوبنهاجن، أننا لو شاهدنا الجسيمات النهائية للأداة من خلال ميكروسكوب له قوة تكبير بما يكفي لذلك (وهو أمر بعيد عن التحقيق العملي) فإنها ستبدو متحركة، لا كقطارات تجرى بسلاسة على قضبانها، بل كحيوانات الكنغر وهي تقفز في أحد الحقول.

والعلامة البارزة الثانية في مجال الفيزياء الحديثة، هي في إعلان **رذرفورد** Rutherford **وسودي** Soddy 1903 لقوانين الاضمحلال الإشعاعي الأساسية، ولم تكن تلك القوانين بأي حال من الأحوال تطويرًا لنظريات بلانك، بل لقد انقضت أربع عشرة سنة قبل ملاحظة أي علاقة بينهما، أكدت القوانين الجديدة أن ذرات المواد المشعة تتكسر تلقائيًا، دون أي صلة بأحوال معينة أو أحداث خاصة، وهذا ما أحدث شروخًا مفاجئة في النظرية الكلاسيكية أكثر مما أحدثته قوانين بلانك الجديدة، فقد ظهر التكسر الإشعاعي كنتيجة ليس لها سبب، مما يفترض أن القوانين النهائية للطبيعة ليست سببية.

وتمثلت العلامة البارزة الثالثة التي ربطت العلامتين الكبيرتين السابقتين في البحث النظري الذي نشره **ألبرت أينشتاين** 1917، فقد أظهر أن اضمحلال المواد المشعة تحكمه نفس القوانين التي تحكم قفزات الالكترونات الشبيهة بقفزات الكنغر كما وصفها بور، لقد بدا وكأن الذرات المشعة تحتوى على مزرعة الحيوانات الكنغر تعد أكثر نشاطًا وضراوة من كل ما قابلوه حتى ذلك الحين.

ظهرت القوانين المتحكمة في القفزات التلقائية لحيوانات الكنغر في غاية البساطة، فمن ضمن أي عدد من حيوانات الكنغر تقفز دائمًا نسبة معينة في زمن محدد، ولا شيء يقدر على تغيير هذه النسبة، وكذلك فقبل حدوث القفزات، لا يوجد في عالم الظواهر ما يميز هذه الحيوانات التي ستقفز من تلك التي لن تقفز، وليس لحسن المعاملة أو لسوئها أن يجعل كنغرًا يقفز إن لم يفعل ذلك بمزاجه، لكي يساعد بذلك في ملء الحصة المطلوبة من البيانات التي تحتاجها القوانين الإحصائية، فإذا ما دخل عدم الاستمرار إلى عالم الظواهر من الباب خرجت السببية من الشباك، وسنرى فيما بعد لماذا كان هذا ضروريًا.

نظرية الكم لبلانك

بعد هذه النظرة التمهيدية، نعود فتعرض الموقف بتفصيل أكبر لقد أكدت نظرية بلانك أن الإشعاع ذري في تركيبه مثل المادة مع اختلاف جوهري واحد، فهناك اثنان وتسعون نوعًا مختلفة من ذرات المادة فقط - أو أكثر إذا أخذنا في الاعتبار اختلاف نظائر العنصر الواحد - ولكن أنواع الإشعاع المختلفة عددها لانهائي، وتتميز باختلاف أطوال موجاتها، ووجد بلانك أنه من الضروري أن يفترض وجود عدد لا نهائي من أنواع الكلمات أو ذرات الإشعاع، بحيث يوجد نوع واحد لكل طول موجة، وتكون الطاقة التي تحتويها ذرة أو كمة الإشعاع كبيرة إذا كان طول الموجة صغيرة والعكس بالعكس.

والعلاقة بالتحديد هي أن الطاقة تساوي (هـ) من المرات تردد الإشعاع، وهذا بدوره هو عدد تذبذبات الموجة الكاملة التي تقع في نقطة معينة في الثانية، أو في تعريف مماثل عدد الموجات الكاملة التي تمر على هذه النقطة في الثانية - ووجد أن عامل التناسب (هـ) مقدار ثابت عام في الفيزياء، يعرف عادة بثابت بلانك، وبالصدفة تحكم في الفيزياء الذرية منذ اكتشافه لقد كانت الحاجة ماسة إلى مقدار ثابت مماثل ليعطينا حجما محددا للذرة كما رأينا من قبل، فقام هذا المقدار الثابت بتلك المهمة

التأثير الضوئي - الكهربي:

لم تلق نظرية بلانك نجاحًا سريعًا مع تلك المشاكل المتعلقة بالإشعاع، والتي وضعت خصيصًا من أجلها وحدها، ولكن كان في الطريق تأكيدات أخرى لصدقها أتت من نواح مختلفة تمامًا، لقد كان جانب كبير من الدليل معروفة منذ فترة، ولكنه كان في حاجة لعقل **ألبرت أينشتاين** كي يبرز أهميته (1905).

الدليل في أبسط صوره هيأته لنا ظاهرة معروفة وبالتأثير الضوئي الكهربي،، فعندما تسقط الأشعة فوق البنفسجية فوق سطح معدني نجد أن تيارًا من الالكترونات ينطلق من ذلك المعدن، فإذا كان الإشعاع بصور على أنه موجات، فلن تجد صعوبة في توضيح السبب في حدوثه، فالإشعاع ربما كان يهز الالكترونات في ذرات المعدن، فإن كان الإشعاع قوية بما فيه الكفاية تتفكك الالكترونات من روابطها بالذرات، مثلا تنفك المراكب من مراسيها في البحر العاصف، فإن كان هذا هو التفسير الصحيح فإن إضعاف الإشعاع لابد أن يتبعه انطلاق الالكترونات بطاقة أقل، أو عدم

انطلاقها، ولكن الذي يحدث هو أن إضعاف الإشعاع برغم إنقاصه لعدد الالكترونات المنطلقة فإنه يترك طاقة كل الكترون بمفرده على حالها، والعدد المنطلق يتناسب مع شدة الإشعاع لدرجة أن أضعف تيار من الإشعاع ينتج عنه تسرب عدد محدود من الالكترونات بحيث يتحرك كل الكترون بنفس القوة التي يتحرك بها في تيار أكبر ينتج عن إشعاع أشد، كما لو كان الإشعاع وابلاً من المقذوفات التي تحبط بعض الالكترونات فتطلقها وتترك بقيتها بدون أن تمسها.

وزيادة على ذلك وجد أن الالكترون المنطلق تكون طاقته الكلية التي يمتصها من الإشعاع في جميع الأحوال مساوية لكمة واحدة كاملة من الإشعاع ولا تظهر كل هذه الطاقة في صورة طاقة حركة، لأن الالكترون يفقد جزء منها في الفكاك من ذرته، وجزءًا أكبر في شق طريقه نحو الخارج عبر باقي الذرات.

رأينا أن الإشعاع ذا التردد المنخفض له كمات طاقتها منخفضة والعكس بالعكس، وقد يكون تردد الإشعاع منخفضة إلى درجة أن امتصاص إحدى الذرات لكنه لا يحرر أي الكترون، وأصغر تردد يبدأ عنده تحرر الكترون يسمى (تردد الابتداء threshold frequency) وعلى هذا فالإشعاع يبدأ في إطلاق الالكترونات عندما يزيد ترددها على تردد الابتداء، ومن الطبيعي أن يعتمد مقدار الطاقة اللازمة لتحرير أحد الالكترونات على خواص الذرة التي ينتمي إليها الالكترون، فالمواد المختلفة لها ترددات مختلفة، وفي معظم المواد تكون أعلى من ترددات الضوء المرئي، لدرجة أن كمات ضوء الشمس، أو نور الحجرة العادية

أضعف من أن تفك الالكترونات من الأشياء المألوفة، ولكنها قد تحمل طاقة تكفي للتسبب في إعادة ترتيب جزئيات المادة التي تقع عليها وإعادة الترتيب هذه نعرف بالتأثير الضوئي الكيميائي. وهذا التأثير الكيميائي للفوتونات يفسر لنا السبب في بهتان ألوان الستائر والمفروشات بتأثير ضوء الشمس الساطع، كما يفسر السبب في ضرورة وضع بعض المواد الكيماوية مثل بيروكسيد الهيدروجين (ماء الأكسجين) بعيدًا عن الضوء الساطع إذا أردنا ألاّ تغير جزئياتها تركيبها، ويفسر أيضا لماذا يؤثر الضوء ان الأزرق والبنفسجي - وهما اللذان لهما أعلى تردد - في الألواح الفوتوغرافية أكثر من باقي الألوان.

وعندما يكون تردد الإشعاع أعلى من تردد الابتداء تنطلق الالكترونات، ويجب أن تتناسب طاقة حركتها كما أوضحنا مع الزيادة في تردد الإشعاع فوق تردد الابتداء، وقد أكدت التجارب هذا القانون تمامًا.

كنا نتناول انتقال الطاقة بالإشعاع من مادة إلى مادة أخرى في مكان آخر، والتجربة التي أوردناها أوضحت لنا أن هذا الانتقال يتم دائمًا على هيئة كمات كاملة، وقد أضاف **هايزنبرغ** Heisenberg إلى هذا الموضوع ما يؤكده وهو ما سنفصله في الفصل التالي.

باختصار وجد **هايزنبرغ** أن حقائق المشاهدة تقودنا حتمًا وبصورة ثابتة نحو التركيب النظري المعروف بميكانيكا المصفوفات Matrix mechanics الذي يبين أن الإشعاع الكلي في أي موضع من الفضاء لا يمكنه أن يتغير إلا على هيئة كمه مفردة كاملة في المرة الواحدة، وهو ما يحدث في كل انتقال للطاقة عبر المكان وليس في الظاهرة الضوئية الكهربية

وحدها، فالطاقة تتنقل دائمًا على هيئة كمات كاملة وأجزاء الكمية لا وجود لها على الإطلاق.

وهكذا تدخل الذرية إلى صورتنا عن الإشعاع، تمامًا مثلما أدخل اكتشاف الالكترون وشحنته القياسية الذرية إلى صورتنا عن المادة وعن الكهرباء.

ذرية الإشعاع:

في سنة 1905 اقترح **ألبرت أينشتاين** تمثيلاً تصويريًا لهذا كله، كان من عدة نواح أثرًا من النظرية الجينية التي حاول **نيوتن** من خلالها أن يفسر الضوء قبل ذلك بقرنين.

لقد افترض بلانك أن الذرة لا يمكنها أن تطلق الإشعاع إلا على هيئة وحدات كاملة أو كمات، أما **ألبرت أينشتاين** فصور كل كمة مطلقة على أنها تنتقل في المكان على هيئة وحدة متماسكة لا تنقسم - أو حزمة من الإشعاع لا تتكسر، وسمي هذه الحزمة (سهم الضوء) برغم أننا اعتدنا أكثر على اسم الفوتون وهو اصطلاح مبهم.

ووفقًا لهذه الصورة يمكننا أن نتصور تيار الإشعاع على أنه رشاش من الفوتونات، وعندما تسقط على سطح مادي مثل وابل السهام الذي يصيب هدفة، فإن كل فوتون سيصيب الكترونًا واحدة على السطح، وسيحدث تلفًا يقتصر على نقطة الإصابة، وهذه الصورة تفسر لنا على الفور لماذا لا تتوقف الالكترونات عن الانطلاق عندما نضعف الإشعاع، ولماذا تؤدي مضاعفة شدة الإشعاع إلى مضاعفة عدد الالكترونات أو بشكل عام لماذا يتناسب الاثنان.

وتبين لنا بعض الاعتبارات البسيطة العامة، أن الالكترون الطليق - أي غير المرتبط بإحدى الذرات - لا يمكنه أن يمتص أي كمة من الإشعاع، فإذا أصاب سهم الضوء مثل هذا الإلكترون لابد أن نتصور ذلك مثل تصادم كرتي بليارد، فهذا التصادم يغير اتجاه حركة كل منهما، وفي 1925 تمكن **كونت**ون Compton وسيمون Simon من أن يصورا فوتوغرافيًا مسارات الالكترونات قبل وبعد مثل هذه التصادمات، ووجدا أن تصور **ألبرت أينشتاين** عن أسهم الضوء يفترض بالضرورة أنها تحمل مقادير من الطاقة وكمية الحركة مساوية بالضبط لما تطلبته **نظرية الكم**.

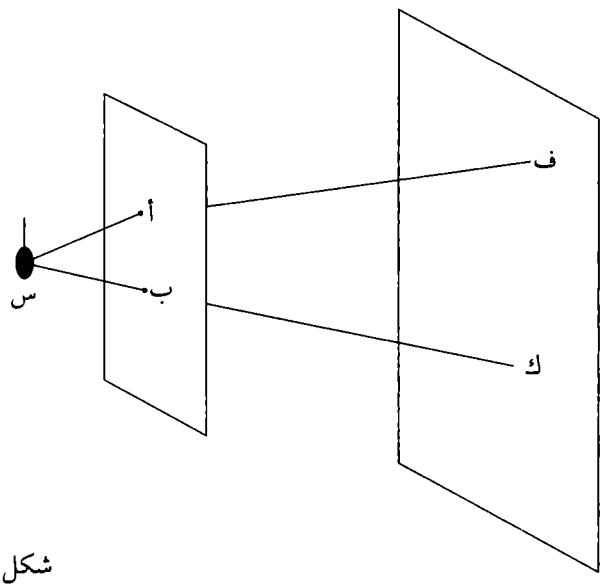
الطبيعة التماوجية للإشعاع:

بينما تقدم التجربة الدليل المقنع على أن الإشعاع يطلق ويمتص على هيئة كمات كاملة، فإنه لا يوجد ما يوضح أن هذه الكمات تنتقل في الفضاء على هيئة وحدات لا تتجزأ كما افترض **ألبرت أينشتاين**، وهو أمر لا يمكن أن يتحقق، لأنه لا يمكن للإشعاع أن يدلنا على وجوده سواء من خلال حواسنا أو أجهزتنا إلا في نهاية رحلته عندما يتفاعل مع المادة. ومع ذلك فهناك دلائل كثيرة على أن الضوء لا ينتقل خلال الفضاء على هيئة وحدات لا تتجزأ، بل إن لدينا الدليل على صحة النظرية الموجية للضوء، ويكفي لذلك مثال واحد، يبرز الدليل في صورة واضحة.

نفترض أن لدينا مصدرًا للضوء هو (س) (شكل 1) يشع ضوء من لون نقي أي أن له طولاً موجيًا واحدة، ونتصور أن الشاشة (ا ب) يخترقها ثقبان صغيران عند (ا) و(ب) كما هو موضح، فلنضع شاشة أخرى خلفها

بحيث يلاقي امتداد الخطين (س ا)، (س ب) الشاشة الثانية عند النقطتين (ف)، (ك).

عندما يشع المصدر س ضوءًا، فلعلنا نتوقع أن نجد النقطتين (ف)، (ك) مضيئتين على حين يظل باقي الشاشة معتمًا، وما دمنا لم نفحص الشاشة عن قرب فقد نتسرع ونتصور أن الفوتونات قد مرت مثل الأسهم خلال الثقبين (أ)، (ب) ولكن الفحص الدقيق يبين أن الإضاءة عند (ف)، (ك) ليست ببساطة مجرد رقعة دائرية صغيرة من الضوء، كما يفترض تصور الإشعاع على أنه أسهم، فعند كلتا النقطتين سنجد نسقة معقدة يتألف من دوائر متحدة المركز بحيث تتعاقب فيها دوائر مضيئة وأخرى مظلمة.



شكل «1»

وقبل أن نناقش هذه المشاهدة فلنتوسع في تجربتنا بأن نجعل الثقبين (ا)، (ب) يقتربان تدريجيًا، في بداية الأمر سنجد النقطتين (ف)، (ك) تتقاربان، وعندما تقل المسافة بينهما إلى درجة معينة تنشأ ظاهرة جديدة، فالنسق الذي سنشاهده لا يمكننا الحصول عليه من خلال الإضافة البسيطة للنسقين الدائريين عند (ف)، (ك) إن هذين النسقين بدآ يتفاعلان مع بعضيهما، عند أوضاع معينة لا وب تصبح النقطتان (ف)، (ك) معتمتين تمامًا، عند هذه الأوضاع نبقي (ا)، (ب) كما هما ونسد الثقب (ب)، سنجد أن النقطة (ف) تنتقل في التو من حالة العتمة إلى الإضاءة، فإذا فتحنا (ب) عادت (ف) معتمة مرة ثانية، وعلى هذا يظهر لنا أن إنقاص الإضاءة يضيف إلى الضوء عند (ف)، على حين أن زيادتها تنقص من الضوء عند نفس النقطة.

مثل هذه النتائج كما هو واضح لا يمكن أن تفسر إذا تصورنا الفوتونات على أنها أسهم تمر خلال الثقوب، ولكن النظرية الموجية تفسرها فورًا، إنها تدلنا على أن الاستضاءة عند أي نقطة هي حصيلة التأثير المشترك لموجتين الأولى تأتي خلال الثقب (ا) والثانية خلال الثقب (ب) ومن المألوف في الفيزياء أن تعادل إحدى هاتين الموجتين الأخرى، ويحدث هذا من انطباق في إحدى الموجتين على قاع الأخرى تمامًا لدرجة أن يتلاشى تأثير الاثنتين، وهو ما يعرف وبالتداخل، وهو لا يقدم لنا مجرد تفسير عام للظاهرة بل زيادة على ذلك يمكننا من التنبؤ بالنسق تمامًا.

الصورة الجسيميّة والصورة الموجيّة:

لدينا الآن صورتان متميزتان لطبيعة الإشعاع، إحداهما تصوره على أنه جسيمات، والأخرى على أنه موجات، ومن الواضح أن الصورة

الجسيميّة هي الأنسب عندما يسقط الإشعاع على مادة، وأن الصورة الموجية هي الأنسب عندما ينتقل خلال الفراغ، ولفترة ما كانت هناك نزعة إلى تصوير الضوء على أنه يتألف من جزئين، أحدهما موجي والآخر جسيمي، واتضح الآن أن الأمر ليس على هذا النحو، فالصورة الموجية والصورة الجسمية لا تصوران شيئين مختلفين، بل جانبين لشيء واحد، فهما ببساطة صورتان جزئيتان تتفقان مع وضعين مختلفين في ظروفها، تمامًا مثل الصورتين اللتين قدمناهما من قبل، وعلى هذا فالعلاقة بينهما علاقة تكامل وليست علاقة إضافة فما إن تظهر خواص الضوء الجسيمية حتى تختفي خواصه الموجية، والعكس بالعكس، إن هاتين المجموعتين من الخواص لا نشاهدهما أبدأ معًا، وعندما نتابع شعاعة من الضوء أو حتى كمة واحدة منه، في مساره، فلابد أن نتخيل أن الصورة الموجية والصورة الجسيمية تتحكمان في الموقف بالتبادل.

والصورة الموجية تفسير الكثير على أرضها، لكنها تأتي معها بصعوباتها الخاصة، خاصة وأنه ليس من السهل أن تنتقل من الصورة الموجية إلى الصورة الجسيمة لأن كل الموجات تنتشر عند انتقالها في الفراغ، ومن ثم يصعب علينا أن نتخيل كيف أن الموجات التي كانت ذات مرة منتشرة كما تخبرنا النظرية التماوجية قد تجمعت وركزت هجومها على جزيئات منفردة أو الكترونات على النحو الذي نشاهده عندما تلاقي مادة.

لنفرض مثلا أن المصدر (س) (شكل 1) بشع كمًا واحدة من الضوء هذه الكلمة إذا انتقلت خلال الفراغ على هيئة موجات كما تقول النظرية التماوجية، فإن بعضها يمر خلال الثقب (ا)، وبعضها خلال الثقب (ب)،

على حين تمتص الشاشة (ا ب) أو تعكس الجانب الأكبر من الموجات، ونحن لا يمكننا أن نتخيل كل هذه الأجزاء المختلفة وقد تجمعت التوجه طاقتها مجتمعة إلى جزيء واحد من المادة سواء على الجانب القريب من الشاشة (ا ب) أو البعيد عنها مما يظهر صورتنا وكأنها أخفقت تمامًا، ولكن علينا دائمًا أن نتذكر أن العمليات الفيزيائية التي تحدث بالفعل ليست في جوهرها قابلة للتصوير، كما أن نتائجها لا يمكن الحصول عليها إذا تخيلنا أنها عمليات تجري في إطار الزمان والمكان وهذا يذكرنا بما توصلنا إليه سابقا من أن هيكل المكان - الزمان في الميكانيكا الكلاسيكية لا يصلح لكي تمثل عليه الظواهر الطبيعية تمثيلاً كاملاً.

اتخذت النظرية الموجية شكلها الأكثر تحديد أو النهائي - كما ظن كثيرون - في النظرية الكهرومغناطيسية للضوء لماكسويل، وهي النظرية التي فسرت الموجات على أنها قوى كهربية ومغناطيسية مهتزة تنتقل خلال الأثير وعند كل لحظة من الزمان يكون هناك في كل نقطة من الأثير قوة كهربية محددة حاول ماكسويل أن يمثلها على أنها (إزاحة) للأثير وقوة مغناطيسية محددة أيضًا، وهو ما يشبه تمامًا البحر العاصف ففي كل نقطة من سطحه نجد ارتفاعًا معينًا فوق مستوى سطحه المتوسط أو انخفاضًا تحته.

ومع التخلي عن المكان المطلق، لم تعد هذه الآراء مقبولة، لقد أطاحت نظرية النسبية بالأثير، ولم تكتف بتوضيح أن الراصدين المختلفين يسجلون قياسات مختلفة للقوى عند نفس النقطة ونفس اللحظة من الزمان، بل أوضحت أيضا أنهم كلهم يمكن أن يتساووا في الصحة، فما

نسميه بالقوى الكهربية والمغناطيسية ليس حقيقة فيزيائية موضوعية، بل هي تركيبات عقلية ذاتية صنعناها لأنفسنا في محاولة لتفسير موجات النظرية الموجية، ولأنها ابتكرت لتقديم تفسير ميكانيكي لانتشار الضوء، فإننا نحكم عليها بالإدانة مثل القوى الكهربية والمغنطيسية التي حاولنا بها أن نفسر تأثير شحنة كهربية بعد إجراء جميع التغيرات الضرورية ولنفس الأسباب، وعلينا بالتأكيد أن نبحث عن تفسير أفضل الموجات النظرية الموجية.

موجات من الاحتمالات: لنرجع إلى التجربة التخيلية التي يقذف فيها مصدر الضوء كمًا واحدًا من الإشعاع، لتقع على نقطة أو أخرى من مجموعة من الشاشات الموضوعة بعيدًا، نحن نعرف أن الطاقة الكلية للكم ستتركز على نقطة واحدة من الشاشة ولكن أي نقطة؟

الجواب الواضح هو أنها تارة تكون نقطة معينة وتارة أخرى نقطة غيرها وهكذا، ولا يمكن أن تكون نفس النقطة دائمًا والا وجدنا أنه عندما تقذف الكمات بالملايين، تكون هذه النقطة المفضلة على وجه الخصوص شديدة اللمعان، في حين تغرق كل النقط الأخرى في ظلام شامل، والذي يحدث في الواقع هو أنه عندما تقذف الكمات بالملايين تكون بعض المواضع على الشاشات شديدة اللمعان، وهذه تدل على المناطق التي ارتطم بها عدد كبير من الفوتونات، كما يكون بعضها أقل لمعانًا ويدل على المناطق التي ارتطم بها عدد أقل من الفوتونات، وحتى الأجزاء ذات أقل قدر من الاستضاءة فلابد أن تكون بعض الفوتونات اصطدمت بها. والآن نركز اهتمامنا على الفوتون المفرد من الإشعاع الذي

لا نعرف عنه أكثر من أنه ينتمي إلى الشعاع الأصلي، يمكننا القول بأن درجة استضاءة أي نقطة على أي شاشة تعطينا قياسًا له ل(احتمال) أن تتركز الكمة على هيئة فوتون عند هذه النقطة، وبهذه الطريقة يصح أن نفسر موجات النظرية التماوجية على أنها موجات من الاحتمالات، فامتداد النظام الموجي في المكان يحدد المنطقة التي يفترض أن الفوتون ينتقل فيها، على حين يعطينا تركيز الموجات عند أي نقطة داخل هذه المنطقة مقياسًا لاحتمال ظهور الفوتون عند هذه النقطة إذا وضع جسم مادي عندها. التقريب ذلك نقول إنه عندما يولد نصف مليون طفل في إنجلترا في السنة، فإن 20 % منهم يولدون في لندن، و2 % في مانشستر و1 % في بريستول وهكذا، ولكن إذا فكرنا في طفل واحد يولد في ثانية واحدة من الزمان فليس في إمكاننا القول بأن 20 % منه سيولد في لندن وأن 2 % في مانشستر وهكذا، بل يمكننا فقط أن نقول إن هناك احتمالاً قدره 20 % لولادته في لندن واحتمالاً قدره 2 % لولادته في مانشستر وهكذا، وإذا تجاوزنا الاختلافات في معدل المواليد في المناطق المختلفة، فإن خريطة الكثافة السكانية لمختلف مناطق إنجلترا ستعتبر أيضًا خريطة مبينة لعدد الولادات في السنة، أما بالنسبة لحالة الولادة التي تحدث في لحظة واحدة، فهي لا تبين إلا الاحتمالات النسبية لظهور الطفل في المناطق المختلفة..، وموجات النظرية الموجية بدورها عندما تسقط على جسم مادي تهيء خريط مشابهة جدًا لاحتمال ظهور الفوتونات في المناطق المختلفة من الجسم المادي، فالموجات إذن تركيبات عقلية، لا تمكننا من رؤية ما وسوف، يحدث ولكن ما يجوز أن يحدث.

موجات من المعرفة:

من الجائز أيضًا وبنفس الأسلوب أن تفسر الموجات على أنها تمثيلات لمعرفتنا، في تجربة الفوتون المفرد، نحن لا نعلم أين يوجد الفوتون ولكن الصورة الموجية تقدم لنا نوعا من الرسم التخطيطي لما نعرفه، فنحن نعرف أن الفوتون يجب أن يوجد داخل حيز محدد من المكان، وهو الحيز الذي تخططه الموجات في كل لحظة، وقد نعرف أنه من الأرجح أن يكون في المنطقة (ا) بدلا من غيرها (ب)، فإن صح هذا فالموجات تمثل هذه المعرفة على أنها أشد في المنطقة (ا) من المنطقة (ب) وهكذا.

هذان التفسيران للموجات: على أنها تمثيلات للاحتمال وللمعرفة - من الأفضل أن نشرحها في تجربة ذات طابع مثالي تصورها **ألبرت أينشتاين** وإهرنفست Ehrenfest تؤدي المرآة الزجاجية العادية وظيفتها لوجود طبقة مفضضة رقيقة على ظهرها تعكس كل الضوء الساقط عليها، وهذه الطبقة قد تصنع رقيقة إلى الحد الذي تجعل المرآة تعكس جزءًا فحسب من الضوء الساقط عليها، ولتبسيط الأمور نفترض أنه النصف، في حين يخترق باقي الضوء المرأة إلى الناحية الأخرى منها مستمرة في طريقه كما لو كانت المرأة غير موجودة، فإذا سقطت حزمة من الإشعاع على مثل هذه المرآة فعلينا أن نتخيل أن نصف كماتها تنعكس ونصفها يمر خلالها.

ولكن افرض أن كمة واحدة فقط تسقط على المرأة والكمات لا تتجزأ فلابد أن نصور الإشعاع كله سائرًا في أحد الطريقين أو الآخر، وغاية ما يمكننا قوله هو أن هناك فرصة 50 % لأن تنعكس، وفرصة 50 % لأن تمر.

حتى الآن مازالت الموجات تصور على أنها تمثيلات للاحتمال، فهي تخبرنا بالاحتمالات النسبية لأن تكون الكلمة في أحد الطريقين أو الآخر، ولنفرض الآن أننا وضعنا شاشة في طريق الانعكاس، وسمحنا لكمة واحدة بالسقوط على المرأة كما تقدم، فإذا انعكست الكمة فسوف تصدم الشاشة، وفي إمكاننا أن نتقصى ذلك من حيث المبدأ بعدة طرق ميكانيكية وفوتوغرافية، فإذا أظهر الفوتون نفسه في طريق الانعكاس فإن شدة الموجات في الحزمة التي تمر تنقص على الفور إلى الصفر وقد نقول في تفسير ذلك أن احتمال اقتفاء الفوتون لهذا الطريق قد نقص إلى الصفر، أو أننا نعرف أن الفوتون ليس في ذلك الطريق، أما إذا لم يشاهد أي فوتون يصدم الشاشة فإن الحزمة التي مرت تتضاعف قوتها فورة، في نفس الوقت الذي تنعدم فيه الحزمة المنعكسة وتفسير ذلك كما تقدم.

قد يبدو من الغريب أن تنعدم حزمة من الضوء لمجرد أن تجرى تجربة على مسافة بعيدة غير محدودة، ولكن الغموض يتلاشى إذا اعتبرنا أن الحزمة هي تمثيل لمعرفتنا، بحيث إذا تغيرت معرفتنا فجأة فلابد للحزمة أن تتغير فجأة هي أيضًا، ولعلنا نوضح الأمر من خلال قياس بسيط يبين أنه ليس هناك لبس ولا غموض في الأمر.

نتصور أن سفينة تعبر الأطلنطي من نيويورك إلى ساوثهامبتون، ففي اليوم الأول يمكن تحديد موقع السفينة كما هو معتاد بأخذ قراءات ارتفاع الشمس، وتبعًا لذلك يقوم الملاح بتسجيل هذا الموقع على خريطة السفينة، أما إذا كانت السماء ملبدة بالغيوم، فسوف يلجأ الملاح مضطرًا إلى تحديد الموقع بالتقريب معتمدًا على الحساب وحده، فهو على علم بالسرعة

التقريبية للسفينة أو المسافة التي قطعتها خلال الماء مسجلة (باللوك) أي جهاز قياس السرعة، وقد يأخذ في اعتباره التفاوت في الحركة الذي يضيفه تأثير التيارات البحرية، وقد يكون تأثير هذا التفاوت على الموقع في حدوده أميال في اليوم، وفي هذه الحالة لن يتمكن من تسجيل موقعه على الخريطة على هيئة علامة صليب تحدد الموقع في نقطة بل سيرسم دائرة قطرها ٥ أميال، وهذه الدائرة تشبه موجات النظرية الخارجية في أنها تمثل معرفته عن موقعه، وباستمرار السفينة في رحلتها، قد تصور الدائرة المنتقلة على الخريطة كأنها موجة تنتقل خلال الفضاء بسرعة تمثل سرعة السفينة، وبتجمع الشكوك تزداد الدائرة اتساعًا، فإذا ظلت الشمس مختفية لليوم الثاني، فمن الضروري أن نشير إلى موقع السفينة بدائرة قطرها 10 أميال أما إذا استحالت رؤية الشمس طوال الرحلة، فإن الشك في موقع السفينة سيزداد باستمرار حتى إذا ما اقتربت السفينة من الساحل قد يكون لزاما علينا أن نمثل هذا الموقع بعد 5 أيام بدائرة قطرها خمسون ميلا، فلنفرض أنه عندما رسمت مثل تلك الدائرة على الخريطة وجد أن نصفها يقع على ساحل مقاطعة (كورنيش) cornish واعتمادًا على أن السفينة لا يمكن أن تكون على البر، فإن نصف الدائرة هذا يمكن أن يحذف فورًا، وهذا القدر من المعرفة سينقص من شكنا فورًا إلى النصف، تمامًا مثلما حدث في التجربة مع المرأة نصف المفضضة، أما إذا شوهدت السفينة بعدها بلحظات فإن هذه الإضافة الجديدة إلى معلوماتنا ستنقص الشك عمليًا إلى الصفر، وعندها يمكن أن نسجل موقع السفينة بنقطة واحدة.

هـذا المثـال المناظـر يوضـح لنا الموقـف بالنسـبة للفيزياء مـن نواح مختلفة، فنحن نعرف من الحياة العملية كيف يقودنا شك إلى آخر، مثلا: الشك الذي تمكن منا حول موقع السفينة عندما بدأ واستمر في الزيادة، هذا الشـك جعل من المسـتحيل أن نحسـب بدقة أثر التيارات البحرية التي تعرضت لها السفينة في اليوم الثاني، وباستمرار الرحلة ترتب شك على شـك، والصورة الموجية للإشـعاع تطابق تمامًا هـذه الخاصية التي يتراكـم فيها الشـك أو عدم التحديد في المعرفة، لأنهـا خاصية كامنة في أي مجموعـة من الموجـات، فهي تنتشر باسـتمرار وبذلك تشـغل دائمًا مكانًا أكبر.

في هـذا المثـال، تمثل السـفينة أحد الفوتونـات، ويمثل البحـر الفضاء الذي يتحرك فيه الفوتون، في حين تمثل الأرض حاجزًا مثل الشاشـة التي تمنـع الفوتـون من الحركة خلال الفضـاء بأكمله، والبحر والبر والسـفينة والفوتونات كلها أشياء موجودة وتتحرك خلال المكان المألوف في حياتنا اليومية، وهذا بالفعل هو ما نقصده بالمكان المألوف، المكان الذي فيه نرى الأشـياء من خـلال تأثير الفوتونات على شـبكية أعيننا، والـذي فيه أيضًا نسـافر بالسـفن، أمـا الموجات التي تمثـل معرفة الملاح بموقع سـفينته فلا تنتقـل خلال المكان المألوف، بل فوق خريطة ملاحية، وهذه الخريطة هي نـوع من التمثيل بالرسـم التخطيطي للمكان المألـوف، وعلى نفس النمط فليـس المكان الذي تعـبره الموجات التي تمثل معرفتنـا عن الفوتونات هو المـكان المألـوف، ولكنه تمثيل ريـاضي للمكان المألـوف، وإن وجدت فيه حواجـز فإنها تمثـل الحواجز الموجودة في المكان المألوف، مثل السـاحل في

حالة الخريطة الملاحية. وباختصار فإن المكان الخاص بالفوتونات هو المكان الفيزيائي المألوف، أما المكان الذي تعبره موجات النظرية التماوجية فهو مكان تصوري وهو أمر لابد منه لأن الموجات كما رأينا هي مجرد تركيبات عقلية وليس لها وجود فيزيائي فعلي.

فإذا ركزنا اهتمامنا على العملات الرياضية فقط، فلا فارق بين أن نتخيل الموجات منطلقة في المكان المألوف أو في مكان تصوري من تركيب عقولنا، وهو أمر مقبول على شرط أن يكون للمكانين نفس العدد من الأبعاد، وبسبب احتياج موجات النظرية التماوجية للضوء إلى مكان تصوري ذي أبعاد ثلاثة لتمثيلها، ظلت أجيال من علماء الفيزياء تطابق بين هذا المكان التصوري والمكان الفيزيائي المألوف وفكروا في الضوء على أنه موجات تنتقل خلال المكان في الحياة اليومية وهي الحياة التي ننتقل نحن فيها بالسيارة أو القطار، وهو ما نراه الآن أمرًا يبتعد قليلا عن المنطق، إنه يشبه تخطيط جدول السكة الحديد على قضبان القطارات نفسها ومع ذلك فمن الممكن تبرير ذلك إذا اعتبرنا أن الحزمة العادية من الضوء تحتوي على عدد كبير من الفوتونات لدرجة أنه قد يجوز استبدال الاحتمالات بالوقائع. فإذا لجأنا لهذا التبرير فسوف يتطابق المكان الذي تنتقل خلاله احتمالات الفوتونات مع المكان الذي تنتقل خلاله الفوتونات نفسها، وهو مكان الحياة اليومية، الذي نرى فيه الأشياء وبهذه الطريقة نعود إلى فكرة انتشار الضوء التي كان يؤمن بها كل علماء الفيزياء على أنها أمر واقع وطبيعي قبل أن تأتي **نظرية الكم** لتزعجهم.

اتساق الطبيعة:

قبل أن تظهر **نظرية الكم**، كان مبدأ اتساق الطبيعة القائل بأن الأسباب المتماثلة تحدث نتائج متماثلة - مقبولاً على أنه حقيقة علمية شاملة لا نزاع عليها، وبمجرد إقرار فكرة ذرية الإشعاع أصبح من الواجب رفض هذا المبدأ.

في التجربة التي وصفناها سابقًا كان مبدأ اتساق الطبيعة يستدعي أن يصطدم كل فوتون بالشاشة عند النقطة نفسها ولكننا وجدنا الفوتونات تصطدم بالشاشة عند نقط مختلفة، حتى أننا عندما نطلق كمة واحدة من مصدر الضوء عدة مرات على التوالي سنجد أن التجارب المختلفة تعطينا نتائج مختلفة برغم أن الظروف قبل كل تجربة **كانت** على مبلغ علمنا متماثلة تمامًا.

والأمر نفسه توضحه بدرجة أكبر من الإقناع تجربة المرآة نصف المفضضة، فإذا ما أطلقنا فوتونات منفردة واحدة تلو الآخر على نفس النقطة من المرآة، فسوف يخترق نصفها الشاشة، على حين لا يخترقها النصف الآخر وهكذا وجدنا مرة أخرى أن سلسلة من التجارب المتماثلة لا تعطي نتائج متماثلة.

ربما قام احتجاج بأن اختلاف نتائج التجربتين سببه عدم تطابق الظروف قبل كل تجربة أو في أثنائها تطابقًا مطلقًا، فمثلا إذا أطلقنا حبات من البسلة على شبكة من السلك فقد نجد أن نصفها يمر من خلال عيونها على حين يرتطم نصفها الآخر بأسلاك الشبكة ويرتد للخلف أما إذا أطلقنا حبة واحدة. فهناك فرصة 50 % لأن تمر من الشبكة، فإذا

أطلقنا حبة ثانية مستهدفين أن تلاقي الشبكة بالضبط عند نفس النقطة الأولى جاعلين ظروف التجربة الثانية مطابقة تمامًا للأولى، فلعلنا بذلك نتأكد أن التجربتين ستعطيان نفس النتيجة، أي أنه إذا مرت الحبة الأولى من الشبكة فستمر الثانية أيضًا، أما إذا شاهدنا الحبتين تلاقيان مصيرين مختلفين، فلابد أن نستنتج أن ظروف التجربتين لم تكونا متطابقتين تمامًا، وربما احتج بأن اعتبارات مشابهة لذلك تنطبق أيضًا على التجارب السابقة، وأنه إذا سارت الكمتان من الإشعاع في التجربتين على نحوين مختلفين، فلابد أن ظروف التجربتين لم تكونا متطابقتين تمامًا.

إلا أن المقارنة بين ظروف المجموعتين من التجارب ليست دقيقة، ففي تجربة الشبكة السلكية، كانت الحبات التي فشلت في المرور من الشبكة وكذلك كثير من الحبوب التي مرت منها قد صدمت الشبكة عند نقط مختلفة، والنقط المحددة التي اصطدمت بها الحبوب وكذلك الزوايا التي اتخذتها في مسارها بعد اصطدامها وكلها تتحكم في مرورها من عدمه كانت مختلفة، أما في تجربة المرآة فالإشعاع الذي يخترق المرآة يتحرك بأكمله على امتداد نفس المسار، وهو ما يحدث أيضًا عندما ينعكس، وعلى هذا فان زوايا هذه المسارات لا تتحدد بمواضع الجسيمات المفردة بل باتجاه السطح ككل وهو ما يكفي ليبين أن الظاهرة ليست جسيمية أو ذرية.

هكذا نجد أن ذرية الإشعاع تحطم مبدأ اتساق الطبيعة، وأن ظواهر الطبيعة لم تعد محكومة بقانون سببي - أو على الأقل إن كانت محكومة به، فإن الأسباب تقع من وراء سلسلة الظواهر كما نعرفها فإن كنا نتمسك برغبتنا في تصوير أحداث الطبيعة على أنها محكومة بقوانين سببية، فعلينا

أن نفترض وجود طبقة سفلية تقع من وراء الظواهر وعلى هذا فهي بعيدة عن متناولنا، وفي هذه الطبقة تتقرر الأحداث في عالم الظواهر بكيفية ما.

لعله من الطبيعي أن نتعجب لماذا كان لمبدأ ذرية الإشعاع عواقب أخطر كثيرة من مبدأ ذرية المادة الذي يماثله، ولكننا سرعان ما نرى أن مبدأ ذرية المادة يجر عواقب مماثلة تمامًا، والاختلاف الوحيد بينهما هو أن هذه العواقب غابت عنا لفترة طويلة.

مبدأ عدم التحديد:

هناك عاقبة من بين العواقب التي أنت نتيجة لمبدأ ذرية الإشعاع، كان لها فائدة عظيمة بالنسبة للفيزياء بأكملها، وعلى الأخص تلك الجوانب التي نتناولها بالمناقشة في كتابنا هذا، فالفيزياء تعنى بتنسيق معطيات الحس المختلفة، التي تصل إلينا من العالم الخارجي الموجود خلف أعضاء الحس، فإن أمكن للحواس أن تستقبل وتقيس معطيات حسية دقيقة إلى درجة لا نهائية فسوف نتمكن من حيث المبدأ من تشكيل صورة دقيقة تبلغ درجة الكمال لهذا العالم الخارجي، ولكن حواسنا لها حدودها وقدراتها الخاصة، وهذه الحدود يمكننا أن نتجاوزها إلى درجة كبيرة إذا استعنّا بالأدوات والأجهزة، فمثلا نعوض النقص في أعيننا باستعمال التلسكوبات والميكروسكوبات.. إلخ.. ولكن هناك حدودًا أبعد من ذلك لا يمكننا أن نتجاوزها مهما لجأنا للأدوات والأجهزة والسبب في ذلك أننا لا نستطيع أن نستقبل من العالم الخارجي رسالة تحتوي على معلومات أدق مما يحمله فوتون كامل، لأن الفوتون ما هو إلا مقدار محدود من الطاقة، وعلى هذا فليس من حقنا أن نطمع في دقة لا نهائية لأن أفضل الأجهزة

التي تملكها لا تعطينا سوى صورة تقريبية مشوشة وغير مصقولة، يمكن تشبيهها بالصور التي يكونها الأطفال عندما يلصقون قصاصات من الورق الملون فوق إحدى اللوحات، وقد نحسب أنه في استطاعتنا تجنب هذا التعقيد إذا استخلصنا إشعاعًا طول موجته لا نهائي، فتكون الطاقة التي تحملها كمات هذا الإشعاع صفرًا، وعلى هذا نتوقع من الإشعاع أن يسمح لنا بفحص واكتشاف العالم الخارجي إلى درجة لا نهائية من الدقة والحساسية وهو أمر صحيح إذا اقتصرنا على الاهتمام بقياس الطاقة، ولكن أي صورة صادقة للعالم الخارجي تحتاج أيضًا إلى قياس دقيق للأطوال والمواضع، وفي هذا القياس يكون الإشعاع طويل الموجة عديم النفع، فمثلاً عندما نرغب في قياس أي طول إلى درجة من الدقة تبلغ جزء من مليون من البوصة، لا نستعين بمسطرة مدرجة إلى بوصات فقط، وعلى نفس الأساس تعامل الكمية التي يساوي طول موجها بوصة على أنها مسطرة مدرجة إلى بوصات، أما الكمية التي يكون طول موجها لا نهائيًا فتعتبر غير مدرجة على الإطلاق وعلى هذا فعندما نستبدل كمًا ذات طول موجي قصير بأخرى ذات طول موجي طويل نغير موضع الصعوبة ولكننا لا نلغيها ويمكن أن نشبه ذلك بالصعوبة التي نجدها في التصوير الفوتوغرافي، فعندما تصور جسما بتحرك بسرعة، فإن الفيلم لا يمكنه أن يسجل ما يصغر عن مقياس حبيبات الفيلم الحساس، فإذا استخدمنا فيلما حبيباته كبيرة فلن تظهر التفاصيل الدقيقة للصورة، أما إذا حاولنا التغلب على مشكلة الدقة باستعمال فيلم حبيباته صغيرة جدًا، فسوف نتخلص من مشكلة لنقع في أخرى، فسرعة الفيلم ستنقص كثيرًا إلى درجة أنه سيظهر

مشوشًا، لأن موضوع الفيلم يكون قد تحرك كثيرة خلال الفترة التي يلزم تعرضه للضوء خلالها.

ستعود فيما بعد لتناول النتائج الفيزيائية لهذا المبدأ من التفصيل، أما الآن فلننتقل إلى نتيجة أخرى للحقيقة القائلة بأن معرفتنا عن العالم الخارجي تصل إلينا من خلال تأثير كمات كاملة.

الذات والموضوع:

كان من المفترض أنه في مشاهدة الطبيعة وكما نجد في أنشطة حياتنا اليومية، يمكن تقسيم الكون إلى قسمين منفصلين ومتميزين هما: الذات المدركة والموضوع المدرك، وكان علم النفس يعد استثناء واضحًا لتلك القاعدة لأن المدرك والمدرك ربما كانا نفس الشيء، والذات والموضوع قد ينطبقان أو يتداخلان، أما في العلوم الدقيقة وعلى الأخص الفيزياء، فقد افترضوا أن الذات والموضوع متميزان تمامًا، حتى أنه يمكننا أن نتقي أي جزء من الكون وتعده بحيث يكون مستقلاً تمامًا في وصفه عن الشخص الذي يشاهده وأيضًا عن الظروف الخاصة المحيطة به.

وأوضحت نظرية النسبية سنة 1905 في البداية أن هذا الأمر ليس كما افترضوا تمامًا، لأن الصورة التي يصنعها أي راصد للعالم تعتبر إلى حد ما ذاتية، وحتى إذا صنع كل الراصدين المختلفين صورهم في نفس اللحظة من الزمان وعند نفس النقطة من المكان فسوف تختلف الصور ما لم يكن الراصدون يتحركون جميعًا بنفس السرعة، فعندها فقط تتطابق الصور، وإلا اعتمدت الصور على ما يشاهده الراصد وعلى سرعته في

الحركة في أثناء مشاهدته لها وأتت **نظرية الكمات** لتجرنا إلى أبعد من ذلك، فكل مشاهدة تتضمن انتقال كمة كاملة من الموضوع المدرك إلى الذات المدركة، والكمية الكاملة تقوم بعمل ازدواج هام بين المشاهد والمشهد لذلك لا يمكننا أن نضع فاصلاً تعسفيًا بين الاثنين، لأن تلك المحاولة تتطلب منا أن تتخذ قرارًا اختياريًا بشأن النقطة المحددة التي نقسم بين الذات والموضوع، وهو ما يبعد بنا عن الموضوعية التامة التي تتطلب معاملة المشاهد والمشهد على أنها طرفان في تركيب واحد، فيجب علينا لذلك أن نفترض أنهما يشكلان كلا لا ينقسم، ويجب أن نضعه في اعتبارنا عند النظر إلى الطبيعة أو الموضوع أو أي دراسة نقوم بها، ويبدو الآن أن المشكلة ليست في الشيء الذي ندركه بل في عملية الإدراك ذاتها، والمهم هو العلاقة نفسها بين الذات والموضوع، وفي عالم الذرات والالكترونات يؤدي هذا التطور الجديد إلى اختلاف ملحوظ، أما في دراستنا لعالم المقاييس الإنسانية فيمكننا أن نستمر على عادتنا.

عندما يتابع عالم الفلك حركة أحد كواكب المجموعة الشمسية، من خلال ملايين الكلمات التي يقذفها الكوكب في الثانية، فيمر بعضها خلال التليسكوب الفلكي إلى عينيه، وبملاحظة الاتجاهات التي تصل منها الكلمات يمكنه تتبع حركة الكوكب عبر السماء ووصفها، ولكن انطلاق كل كمة يجعل الكوكب يعاني من ارتداد يغير حركته، وهذا التغير ضئيل جدا لدرجة أنه يصح إهماله، أما عندما يحاول الفيزيائي أن يتتبع حركة أحد الالكترونات داخل ذرة، فليس في مقدوره أن يكتسب معرفة عن حالة الذرة الداخلية إلا بجعلها تقذف كمية كاملة من الإشعاع، ولكن

قـذف كمة من الإشـعاع حدث خطير يزلـزل الذرة الدرجـة تغيير حركة الذرة الكلية، والنتيجة العملية لذلك هي ذرة جديدة.

قـد تهيئ لنا سلسـلة مـن الكمات شرائح مـن المعلومات عـن المراحل المختلفة للذرة، ولكنها لا تعطينا تسـجيلاً عن الحركة المسـتمرة، والواقع أنه لا وجود لمثل هذه الحركة المسـتمرة لكي نسجلها لأن انطلاق كل كمة بكسر الاستمرار.

لهذا السـبب فـإن البحث حول اتفاق حركة الذرة مع القوانين السـببية أمر غير ذي جدوى، لأن صياغة قانون السببية يفترض مبدئيًا وجود نظام موضوعي منفصل بحيث يتمكن المشاهد المعتزل من مراقبته دون أن يخل بنظامه، فإذا راقبنا مثل هذا النظام في حالة خاصة وفي لحظة معينة، فلنا أن نتسـاءل هل يمكن التنبؤ بحالته في المسـتقبل أم لا، ولكن عندما لا يوجد تميز حاد بين المشـاهد والمشـهد، فإن السـؤال يصبح عديم المعنى لأن أي مشاهدة سيقوم بها لابد أن تؤثر في مجرى النظام في المستقبل.

وتعميمًا لما سـبق، نقول إن قانون السـببية يكتسـب معنى على شرط واحـد فقـط، هـو أن يكـون لدينـا جسـيمات لا نهائيـة الصغر نشـاهد بهـا النظـام دون أن نخـل به، وعندما تكـون أصغـر الأدوات لدينا هي الفوتونـات والالكترونـات، فالميكانيـكا الكلاسـيكية تخبرنـا بـأن عالم المقاييس الإنسـانية تسود فيه السـببية، أما بالنسبة للأنظمة الأخرى فلا معنـى للسـببية طالما ظلـت معرفتنا عن النظام تتحكـم في مجرى أحداثه وتعوقنا عن تتبعه.

أمامنا الآن ست نتائج هامة ترتبت على فكرة ذرية الإشعاع، بالإضافة إلى الحقائق المقبولة عن النظرية المتاوجية للضوء التي ذكرناها، وهذه هي:

1- إذا أخذنا الظواهر في اعتبارنا، فإن اتساق الطبيعة يختفي.

2- تصبح المعرفة الدقيقة عن العالم الخارجي مستحيلة بالنسبة لنا.

3- لا يمكن تمثيل خطوات طبيعية بكفاءة داخل إطار المكان والزمان.

4- لم تعد التفرقة بين الذات والموضوع محددة أو دقيقة، والدقة الكاملة يمكننا أن نتوصل إليها فقط إذا أدمجنا الذات والموضوع في وحدة واحدة. مكتبة سُر مَن قرأ

5- طالما أخذنا معرفتنا في الاعتبار، فإن السببية تصبح بلا معنى..

6- إذا كنا ما نزال نرغب في التفكير في أحداث عالم الظواهر على أنها بحكمها قانون السببية فعلينا أن نفترض أن هذه الأحداث حتمية في طبقة ما من العالم وراء عالم الظواهر، وعلى هذا فهي بعيدة عن تناولنا.

نظرية (بور) عن الأطياف الذرية:

ننتقل الآن من الاستنتاجات العامة **لنظرية الكم** إلى تطورات معينة فيها، أبرزها افتراض (بور) 1913 بأنها تقدم حلا للغز القديم عن الأطياف الذرية.

في 1911 وصف (رذرفورد) الذرة على أنها نموذج مصغر للمجموعة الشمسية، مجموعة من الالكترونات تدور حول نواة متماسكة في المركز، ويجب على الالكترون أن يستمر في حركته المدارية حول النواة كي

يتجنب السقوط عليها، ولكننا رأينا فيما سبق أن هذه الصورة لا تتفق مع الميكانيكا الكلاسيكية فوفقًا لها سيستمر الالكترون يشع طاقة نتيجة لحركته المدارية، وبذا سيسقط حلزونيًا بالتدريج نحو النواة التي ستمتصه في النهاية، ولذلك فالذرات ستكون تركيبات مؤقتة وأحجامها تتبدل وتتعدل باستمرار.

علاج لهذه العيوب، أدخل (بور) فكرة ذرية الطاقة على الذرة نفسها، ويمكننا أن نشرح هذا جيدًا على أبسط أنواع الذرات - ذرة الهيدروجين، فهي تحتوي على الكترون وحيد منفرد يدور حول النواة، افترض (بور) أن الذرة لا يمكن أن تكون بأي حجم كان، بل تكون فقط بالحجم الذي يحتوي على عدد صحيح من الكمات أو الطاقة، وحتى ذلك الحين كانت طاقة الكمة دام تساوي (ه) من المرات تردد الإشعاع الذي تنتمي إليه الكلمة، ولكن لأنه لا يوجد إشعاع يقدم مقياسًا للتردد، فقد قاس (بور) كماته على أساس التردد الذي يصف به الألكترون مداره.

بهذه الطريقة تجنب (بور) التناقض المستمر في حجم الذرة والتسرب الدائم للطاقة، ولكن الذرة لم يبق لها أي فرصة للإشعاع، على حين أن ذرات الهيدروجين يمكنها بالتأكيد أن تقذف الإشعاع وتمتصه، لهذا اقترح (بور) أن الالكترون لا يظل إلى الأبد في نفس المدار من الذرة، بل إنه قد يقفز من أحد المدارات المسموح بها إلى الآخر، وتلك هي قفزات الكنغر التي تحدثنا عنها من قبل ، وللمرة الثانية نقول إن العملية في تفاصيلها النهائية غير قابلة للتصوير، فالالكترون عندما يغير مداره، تتغير الطاقة الداخلية للذرة، فإما أن تطلق أو تمتص طاقة، وافترض (بور) أنه في أي

حالة الطاقة التي تتحرر أو تمتص تكون على هيئة كمًا واحدًا من الإشعاع، وهو ما جعل تردد الإشعاع ثابتة، وفي كل التطبيقات السابقة لنظرية الكم استخدم قانون (بلانك) الذي ينص على أن الطاقة تساوي (هـ) من المرات تردد الإشعاع عندما يكون التردد معروفة، ولكن في الحالة السابقة استخدمت الصيغة بالطريقة العكسية، حيث كانت طاقة الفوتون المقذوف معروفة منذ البداية واستخدمت المعادلة لحساب التردد، وقد وجد أن الترددات المحسوبة بهذه الطريقة تتفق تمامًا وبمنتهى الدقة مع الترددات التي تشاهد في طيف الهيدروجين.

وهذا الطيف من النوع المعروف في التحليل الطيفي: بالطيف الخطى، linear spectrum ويظهر مجموعة من الألوان البراقة على خلفية مظلمة تدل على أن الإشعاع يجزئ نفسه بين عدد من الترددات المحددة بوضوح وفيما بينها لا يوجد أي إشعاع، وقبل أن يظهر تفسير (بور) كان مفترض أن هذه الترددات تدل على حدوث اهتزازات داخل ذرة الهيدروجين مثل ترددات النوتة الموسيقية التي نسمعها عندما يهز الجرس أو وتر البيانو، ولكن اتضح الآن أن أصل هذه الترددات مختلف تمامًا، وأن الطاقة المتمثلة في الطيف لم يطلقها أي اهتزاز أو غيره من الحركة المستمرة، بل أطلقتها القفزة المفاجئة لأحد الالكترونات إلى مدار ذي طاقة أقل، ويتحدد تردده بمقدار القوة الدافعة التي تصنع كمًا وأحدًا.

في السنة نفسها التي أخرج فيها (بور) هذه النظرية الثورية، قام (فرانك) Franck (وهرتز) Hertz بإمرار حزمة من الالكترونات المتحركة ببطء خلال أحد الغازات، وقاسا مقدار الطاقة التي منحتها الالكترونات

المنفردة الجزيئات الغاز عند التصادم، ووجدا أن المقادير المختلفة من الطاقة التي فقدتها الالكترونات تساوي دائمًا ما يلزم لرفع الذرات من أحد الأوضاع التي تسمح بها نظرية (بور) إلى الآخر، وهو ما برهن على أن هذه الأوضاع موجودة في الحقيقة وأن الانتقال بينها يحدث فعلاً.

خلاصة ما سبق أن نجاح نظرية (بور) جعل الذرة تبدو لا كتركيب دائم التغير، يتسرب منه الإشعاع كما يتسرب الغاز من البالون المثقوب، بل كتركيب يطلق ويمتص الإشعاع على هيئة حزم عبر لحظات محددة من الزمن، وعلى هذا فإن طاقة الذرة لا تتغير باستمرار، ولكنها تقفز فجأة عند تلك اللحظات من قيمة الأخرى، ولا يسمح لهذه التغيرات في الطاقة إلا على هيئة مقادير محسوبة بالضبط، هذه المقادير تشكل سلسلة من مستويات الطاقة، مرتبة مثل درجات السلم، وطاقة الذرة يمكنها أن تنتقل من إحداها إلى الأخرى على حين لا يمكنها أن تظل معلقة في الهواء بين درجتين، وعندما تخطو إحدى الذرات إلى مستوى طاقة أقل فإن مكوناتها تعيد ترتيب نفسها فجأة وكأنها بيت هش ينهار.

القوانين الأساسية للنشاط الإشعاعي

كانت العلامة الكبرى الثانية في الفيزياء الحديثة هي اكتشاف (رذرفورد) (وسودي) للقوانين الأساسية للنشاط الإشعاعي. في 1898 والسنوات التي تلتها مباشرة، اكتشف (بيكريل) Becquerel (وآل كوري) مجموعة من المواد أطلق عليها فيما بعد اسم والمواد المشعة،، كانت لها خواص في غاية الغرابة، فلها القدرة على إتلاف الألواح الفوتوغرافية

المحفوظة قريبة منها، وعلى أن تظل حرارتها دائمًا أعلى قليلاً مما يحيط بها، ويمضي الوقت عرف السبب في ذلك، فهذه المواد لا تطلق إشعاعًا عاديًا يتناسب مع حرارتها فحسب، بل تطلق أيضا إشعاعات أخرى من مصادر في باطن الذرة، وعند تتبع هذا الإشعاع أو النشاط الإشعاعي كما نسميه إلى أصله، أو على الأصح أصوله، حيث تبين وجود ثلاثة إشعاعات، نجد أنه نتيجة للتفجيرات الداخلية في باطن الذرة وكل ذرة من المواد النشطة إشعاعًا يمكن تصويرها كنواة في المركز تحيط بها مجموعة من الالكترونات، والنواة المركزية لا يجوز أن نتصورها كجسيم مصمت، بل كتركيب معقد من عدة مكونات، وهذه المكونات قد تعيد ترتيب نفسها فجأة، وفي ذلك قد تطلق إما جسيمًا ثقيلاً (يعرف بجسيم ألفا) أو الكترونًا سريع الحركة (يعرف بجسم بيتا 8) أو كمة ذات إشعاع تردده عال جدة وتعرف بأشعة (جاما 8).

وهذه العمليات الثلاث يمكن وضعها تحت الاصطلاح العام: (التحول الإشعاعي) لأن كلا منها يحول الذرة الأصلية النشطة إشعاعيًا إلى ذرة مختلفة، وسرعان ما وجد أن أغلب المواد النشطة إشعاعيًا لكل منها نوعه المميز من الإشعاع، وكل ذرة من المادة (أ) تتحول إلى ذرة مادة أخرى (ب)، وهذه إلى ذرة من (ج) وهكذا... وتجاوز عن بعض الاستثناءات غير الهامة، فالقاعدة أن التحول الإشعاعي يسلك طريقة محددة موحد الاتجاه بدون تفرعات.

كانت الخطوة التالية هي تقصى السرعة التي تسافر بها إحدى الذرات على هذا الطريق، فالإشعاع المألوف بطلق بمعدل تحدده درجة حرارة

المادة التي تطلقه، فالمادة الساخنة تطلق الإشعاع بوفرة، والمادة الباردة تطلقه بقلة، ولم يكن بعيدًا عن العقل توقع حدوث نفس الشيء مع النشاط الإشعاعي الذري، ولكن التجربة أوضحت خطأ ذلك، فإذا أتينا بكتلتين متماثلتين من إحدى المواد المشعة وسخنا إحداهما إلى أقصى درجة حرارة يمكن التوصل إليها في العمل، وبردنا الأخرى إلى أدناها، فستظلان تشعان بالضبط بنفس المعدل السابق.

ووجد أن هذا نفسه يحدث حتى إن غيرنا كل الظروف الفيزيائية الأخرى، ففي المليجرام من الراديوم، تضمحل 500 مليون ذرة كل ثانية، وكلها تعطي إشعاعها المميز، ولا يمكن عمل أي شيء للراديوم أو لبيته لكي تغير عدد الذرات المضمحلة أو خواص الإشعاع الناتج، وعلى ذلك يجوز أن نصف الإشعاع بأنه تلقائي بمعنى أن مقداره وخواصه محددة من الداخل لا من الخارج وهذا هو القانون الأساسي لكل اضمحلال إشعاعي، الذي نشره (رذرفورد وسودي) 1903، وكان يختلف تمامًا في صفاته عن أي قانون طبيعي معروف إلى ذلك الحين، فأوضح أن الطبيعة تتحرك بخطة مختلفة تمامًا عن كل ما يمكن توقعه.

تنشأ أسئلة مثيرة وصعبة عندما نتساءل أي الذرات سيضمحل في البداية؟ وأيها سيظل مدة أطول؟ ففي ثانية معينة توشك 500 مليون ذرة على الاضمحلال، ومن حقنا أن نتساءل ما الذي يحدد الذرات المعينة التي وقع عليها الاختيار؟.

لا يكمن السبب في الحالة الفيزيائية الحالية أو في بيئة كل ذرة على حدة، وإلا لكان في استطاعتنا أن نتحكم في عدد الذرات التي تضمحل بتعديل

الحالة الفيزيائية للراديوم ككل، وبالتالي حالة كل ذرة على حدة، ولا يكمن السبب في التاريخ الماضي للذرات، وإلا لأعطت الذرات ذوات التواريخ المختلفة معدلات مختلفة من الاضمحلال، وهو ما يناقض الواقع، فذرات الراديوم الشابة التي تتكون حديثًا من اضمحلال عناصر أثقل منه يكون معدل اضمحلالها مساوية تمامًا للذرات القديمة المحنكة التي تنجو من وسط مخزون راديوم عمره الاف السنين، فالقضية إذن ليست قضية أن الشاب ينجو وان الشيخ يتهاوى، بل الأقرب أن نصور ذلك سحب القرعة، فالفرص أمام الشاب والمسن متساوية والذرات أشبه ببحارة سفينة غارقة متعلقين بلوح خشبي يسحبون القرعة لتحديد من يكتب له النجاة، ولكن الطبيعة ليس فيها سحب قرعة، وكون الفرصة أمام ذرة بعينها أكبر من غيرها يبدو من وجهة النظر تلك على أنه حدث ليس له سبب.

لئن **كانت** الإثارة في هذا بالنسبة للفيزياء عظيمة وبعيدة المدى، فهي بالنسبة للفلسفة أعظم بكثير لأنها تلغي السببية من جانب كبير من صورتنا عن عالم الطبيعة، فليكن لدينا نصف مليون ذرة في هذه الحجرة، وقد عرفنا موضع وسرعة حركة كل واحدة عند أي لحظة، فهل كان عالم الرياضيات الخارق الذي ذكره (**لابلاس**) يستطيع التنبؤ بمستقبل كل ذرة؟ ربما كان يستطيع ذلك لو **كانت** حركة الذرات تخضع للميكانيكا الكلاسيكية، ولكن القوانين الجديدة تخبره فقط أن إحدى الذرات مقدر لها أن تضمحل اليوم والأخرى غدًا وهكذا، ولا يمكن لأي حساب أن يدله على الذرة التي ستفعل ذلك، ولعلنا نصور

القدر على أنه ينتقي ذراته وفقًا لمنهج لم نكتشفه، فإذا كانت الذرة (أ) تضمحل وتطلق جسم ألفا الخاص بها، فإنه يختلط بالذرات الأخرى ويخل بحركتها بأسلوب معين، ولكن الأسلوب يختلف إذا كانت الذرة (ب) هي التي تضمحل، ومهما كانت معرفتنا عن حالة المادة في إحدى اللحظات فمن المستحيل من حيث المبدأ أن نعرف الحالة التي ستكون عليها في لحظة مستقبلة.

تركيب أينشتاين:

العلامة البارزة الثالثة تم التوصل إليها سنة 1917، عندما ربط (أينشتاين) بين قوانين التحول الإشعاعي التي بدت مذهلة وقت اكتشافها وقوانين **نظرية الكم** (لبلانك) التي تعادلها في خطورتها.

رأينا كيف يمكن للألكترونات في الذرة أن ترتب نفسها في أوضاع جديدة ذات طاقة أكثر أو أقل، وشبهنا قفزها إلى مواضع ذات طاقة أقل بانهيار منزل هش من الورق، ولتصور الآن كرة مدفع مكونة من ذرات الحديد ودرجة حرارتها 1000 فهرنهايت مثلاً، ففي حين أن غالبية الذرات في حالة انهيار يكون بعضها في وضع طاقة أعلى وكأنه بيت من الورق في الوقت نفسه تجعل بعض البيوت التي انهارت تقوم ثانية، أو قد يكون هذا مجرد ما يدور بخيالنا عندما ضربنا المثال، وشبيه به إلى حد كبير ما يحدث في باطن كرة المدفع، فكل جسيم صغير فيها بطلق إشعاعا في كل الاتجاهات، وعندما يسقط هذا الإشعاع على الذرات يغير أوضاعها، فيجعل بعض بيوت الورق القائمة تنهار وبعض البيوت المنهارة تقوم مرة ثانية، فإذا كان هذا هو كل ما في الأمر، السهل علينا معرفة عدد بيوت

الورق القائمة والمنهارة عند أي درجة حرارة، ولعرفنا أيضا نظام الإشعاع ولكن استنتاجات هذا الفرض لا تتفق مع ما تسجله المشاهدة.

حقق أينشتاين التوافق الرائع والتام عندما أتي بفرض واحد إضافي، فافترض أن بيوت الورق القائمة لا يمكنها أن تنهار بتأثير الإشعاع، ولكنها تنهار أحيانا من تلقاء نفسها، بنفس الأسلوب ووفق القوانين التي تتحطم بها نوبات الذرات في الاضمحلال الإشعاعي، حيث يكون معدل الاضمحلال مستقلاً تمامًا عن البيئة والظروف الفيزيائية.

وفي هذا الشكل الجديد لا يعني القانون بظواهر النشاط الإشعاعي المبهمة ولكن بالإشعاع المألوف لنا في حياتنا اليومية، فهو يحكم الإشعاع الذي تقذفه الشمس على الأرض نهارًا كما يحكم ضوء المصباح الكهربي الذي ينير خطواتنا ليلا، إن كل ذرة في الكون ليست فقط معرضة للانهيار التلقائي بل هي تنهار فقط بالفعل على فترات متكررة، وهكذا اعتزلت الحتمية اعتزالاً تمامًا ليس منطقة النشاط الإشعاعي بل مملكة الفيزياء بأكملها.

الحتمية في الطبيعة:

حتى ذلك الحين ظل العلم مؤسسة على افتراض أن الطبيعة منسقة، فالأسباب المتماثلة لها نتائج مماثلة، فإن ألغينا هذا فسيبدو العلم معلقًا في الهواء، بدون تبرير لوجوده أو تفسير لنجاحه، ولكن نجاح العلم لا جدال حوله وتفسير ذلك موجود بالتأكيد.

هناك وجهان للتفسير، ففي المقام الأول يقتصر عدم الحتمية الذي توضحه **نظرية الكم** على خطوات الطبيعة في عالم المقاييس الصغيرة، وفي

المقام الثاني فحتى هذه الأحداث غير الحتمية تحكمها قوانين إحصائية، وفي كل ظواهر عالم المقاييس الإنسانية تدخل بلايين الالكترونات والذرات في الحساب متجمعة، وعندما نناقش مثل هذه الظواهر كما ندركها يمكننا أن نعاملها إحصائيًا كمجموعة، وفي هذه المجموعات نمسك القوانين الإحصائية بزمام الموقف تمامًا، ونتيجة ذلك أن الظواهر يمكن التنبؤ بها تقريبًا بنفس الدقة، كما لو كنا نعرف حركة كل جسم في المستقبل، وبنفس الطريقة إذا عرف الإحصائي معدلات المواليد والوفيات.. إلخ للتعداد ففي إمكانه التنبؤ بتغيرات التعداد في المستقبل ككل دون أن يتنبأ بما سيفعله الفرد الواحد من حيث الولادة أو الوفاة، وفي عالم المقاييس الإنسانية وما هو أصغر منه كثيرًا إلى الحد الذي لا يمكن مشاهدته بأي ميكروسكوب، سنجد الطبيعة في كل مظاهرها تؤمن بالحتمية بكل صراحة، والأسباب المتماثلة لها نتائج متماثلة، وعلى هذا فقد أعيد الاعتبار لا تساق الطبيعة باستثناء عالم الكمات لا نهائية الصغر، ويمكن للعلم أن يجد مبررًا للفرض الأساسي الذي بني وجوده عليه، ونرى لماذا صارت الحتمية متضمنة في أساليب تفكيرنا، وكيف أتي (**ديكارت**) وأتباعه فأعلنوا أنها معرفة قبلية، apriori شاهدوها بالرؤية الواضحة لعقولهم، في حين هي لا تنطبق على مجالات الطبيعة البعيدة عن تناولهم.

الفصل السادس

من الظواهر إلى الحقيقة

بور، هايزنبرغ، دو بروغلي، شرودنغر، ديراك

ظلت الفيزياء الحديثة التي مررنا بها، تعتمد في أساسها على أفكار (نيوتن)، وليس من الظلم أن نقول إنها حاولت تفسير العالم في النهاية معتمدة على مصطلحات مادية، فالعالم جسيمات تتعرض للدفع والجذب في المكان والزمان، ومع ذلك فقد وجدت الفيزياء الحديثة أنه من الضروري إلغاء معظم قوى الدفع والجذب فحركة الجهات بتأثير هذه القوى لم تعد تعتبر تغيرات تدريجية، بل هي قفزات فجائية لا يمكن التنبؤ بها، وبدا أن هذا انتهاك القانون السببية سواء فيما يتعلق باضمحلال الذرات المشعة، أو التغيرات التي تحدث داخل الذرات العادية وبدا كأن القدر يتحدى هذا القانون، فهو ينتقي ذرات معينة كي تضمحل أو تنهار، وأفعاله تبدو طائشة عندما يبعث بالكون في طريق أو آخر وفقًا لهواه.

على ضوء هذا فسرت الفيزياء الحديثة عديدًا من الظواهر التي بدت في وقتها غير قابلة للتفسير، ولكنها لم تحقق النجاح الشامل، فبينما قدمت تفسيرًا كاملاً لأبسط الأطياف كلها طيف الهيدروجين فشلت مع الأطياف الأكثر تعقيدًا.

برغم أن هذا ليس اعتراضًا قاتلاً بالضرورة، حيث إن بعض التصحيحات الإضافية أو الفروض الجديدة المقدمة من أجل هذا الغرض ad hoc قد تحقق تسوية كاملة وإن كان هذا من المستبعد، أما ما هو أخطر من ذلك بكثير فهو أن النجاح قد تحقق على حساب التخلي عن الاستمرار والسببية في نظام الطبيعة، وإدخال طائفة من القوانين الإحصائية لتحل محل القوانين الدقيقة للميكانيكا الكلاسيكية، بدون تقديم أي تعليل لضرورة اتباع تلك القوانين الإحصائية.

ليس من الضروري أن يدعو هذا لاندهاشنا، فقد رأينا فيما سبق أن أي نظام في الميكانيكا الكلاسيكية يصور العمليات الفيزيائية على أنها أحداث تجري في المكان والزمان لن ينجو من التنبؤات الخاطئة، وكذلك عندما يفترض وجود السببية والاستمرار في هذه الأحداث، وتقدمت **نظرية الكم** الأصلية (لبلانك) لتناول ذلك بافتراض حدوث عمليات من نوع جديد للغاية، ولكن هذه العمليات ظل مفترض أنها تحدث في المكان والزمان، لهذا كان التخلي عن السببية أو الاستمرار استنتاجًا حتمًا، ولم يكن هناك ما يدعو للدهشة عندما تبين ضرورة التخلي عن الاثنين، وهذه الاعتبارات العامة لم تكن متداولة على نطاق واسع، حتى أن قليلاً من العلماء وأقل منهم من الفلاسفة كانوا على استعداد لتقبل عدم الاستمرارية واللاحتمية Indeterminism كخاتمة **لنظرية الكم** القديمة.

نظرية الكم الحديثة

في سنة 1920 تام **هايزنبرغ** بمحاولة جديدة للحصول على تفسير للأطياف الذرية، وعلى أسس جديدة تمامًا، فقد توصل بالاشتراك مع (بور) إلى استنتاج أن عيوب نظرية (بور) السابقة **كانت** نتيجة افتراض نموذج للذرة مبسط للغاية، (فبور) أخطأ في افتراضه بأن الذرة تتكون من جهات تتحرك في المكان والزمان وأن الجهات داخل الذرة من نفس نوع الإلكترونات خارجها.

لا يمكننا أبدا أن نشاهد الالكترون مباشرة، وأقرب مثل لذلك هو غرفة السحاب (لويلسون) Wilson cloud -chamber فهي تمكننا من مشاهدة

أثر التكثفات التي يتركها الإلكترون خلفه عندما يشق طريقه خلال جزيئات الغاز بالغرفة، وهو ما يشبه أثر التكثفات التي تتركها طائرة تطير على ارتفاع شاهق في السماء عندما لا تتمكن من رؤية الطائرة نفسها، والأدلة الماثلة على ذلك تتعلق كلها بالإلكترونات الموجودة خارج الذرة فقط، أما الإلكترون داخل الذرة فلم يشاهده أحد وليس من الممكن مشاهدته، وليس هناك مبرر سليم لافتراضه أنه يماثل الإلكترون خارج الذرة فقد نشاهد شرارات متطايرة عندما يطرق الحداد قطعة من الحديد ليشكل حدوة حصان، ولكن لا يستدعي هذا أن نستنتج أن قطعة الحديد هي مجموعة من الشرارات أو أن خصائصها هي نفس خصائص الشرارات المتطايرة في الهواء.

تقدم لنا بحوث (بور) ما يعد أسلوبًا نموذجيًا في التعرض لمشكلات الفيزياء النظرية، فالخطوة الأولى هي اكتشاف القوانين الرياضية التي تحكم مجموعة معينة من الظواهر، والثانية هي تصميم نماذج أو صور افتراضية لتفسير هذه القوانين في مصطلحات الحركة أو الميكانيكا، والثالثة اختبار الطريقة التي تصرف بها هذه النماذج في مجالات أخرى، وهذا يقودنا إلى التنبؤ بظواهر أخرى وهي تنبؤات قد تتأكد أو قد لا تتأكد عندما تخضع لامتحان التجربة، فبلا فسر (نيوتن) ظواهر التجاذب بمصطلح قوة الجاذبية، وأتى عصر تال ليشهد إدخال الأثير المضيء في محاولة لتفسير انتشار الضوء، وبالتالي الظواهر الكهربية والمغنطيسية، وفي النهاية أدخل (بور) فكرة القفزات الكهربية محاولاً تفسير الأطياف الذرية، وفي كل حالة وفت النماذج بأغراضها الأولية، ولكنها فشلت في التنبؤ بظواهر جديدة تنبؤًا دقيقًا.

وتقدم (هايزنبرغ) لحل المشكلة من زاوية فلسفية جديدة، فأهمل كل النماذج والصور والأمثلة، وميز بين المعرفة الأكيدة التي نكتسبها بملاحظة الطبيعة والمعرفة التخمينية التي ندخلها عندما تستخدم النماذج والصور والأمثلة، ونظرا لأن المعرفة الأكيدة لا تكون إلا عددية، كان من الضروري أن تأتي نتائج (هايزنبرغ) في صورة رياضية ولهذا السبب لم تتمكن من الكشف عن الطبيعة الحقيقية للكيانات أو العمليات الموجودة في الفيزياء.

بدأ (هايزنبرغ) بتناول مشكلة الأطياف الذرية فوجد خامته الأساسية من خلال تسجيل طائفة من القياسات الترددات الضوء الذي تشعه ذرات العناصر الكيميائية.

تحقق العلماء من وجود قدر كبير من الانتظام في هذه الأرقام، ففي سنة 1908 لاحظ (ريتز) Ritz أنها تعبر عن اختلافات في مجموعة ترددات يمكن اعتبارها أكثر أساسية من هذه الترددات، فهي من الشكل. أ، ب، ج، ب ج، أ. ج... إلخ حيث أ. ب. ج.... هي الترددات الأكثر أساسية، وعرف فيها بعد أن هذه الترددات الأساسية توجد على هيئة مجموعات، بحيث ترتبط أعداد المجموعة الواحدة فيما بينها بعلاقة على هيئة متتالية الأعداد الصحيحة 1، 2، 3، 4، وأكثر من ذلك اكتشف (بور) أن الترددات المنتمية لأعداد كبيرة جدًا يمكن حسابها بدقة بالرجوع إلى الميكانيكا الكلاسيكية، فهي ببساطة تعبر عن عدد الدورات الكاملة التي يدورها إلكترون عادي في مدار في ثانية واحدة، عندما يكون على مسافة كبيرة جدًا من نواة الذرة التي ينتمي إليها، وهذا يعني أنه عندما يتراجع

الكترون إلى مسافة بعيدة من نواة ذرته فإنه لا يكتسب فقط خواص الإلكترون العادي بل أيضا يتصرف كأنما يخضع للميكانيكا الكلاسيكية، ومع ذلك فشلت هذه الميكانيكا تمامًا في حساب الترددات الخاصة بالمدارات الصغيرة.

ونشأ موقف مماثل لذلك في الفلك، فقد تبين أن قانون الجاذبية (**لنيوتن**) تنبأ بدقة كبيرة بمدارات الكواكب الخارجية ولكنه فشل مع مداري عطارد والزهرة وأدخلت نظرية النسبية للجاذبية التعديل اللازم لقانون (**نيوتن**) وعندما كان (**أينشتاين**) منشغلاً بتفاصيل النظرية الجديدة تبين له أن قانون (**نيوتن**) أعطى نتائج صحيحة عند مسافات هائلة من الشمس، وعندما ووجه (**هايزنبرغ**) بمشكلة مشابهة، استفاد من الحقيقة القائلة بأن الميكانيكا الكلاسيكية أعطت نتائج سليمة عند مسافات كبيرة من نواة الذرة، وبذلك التقت نظرية (**هايزنبرغ**) بعالم الفيزياء القديمة، لأن الميكانيكا الكلاسيكية أسست على مفهوم الجهات المتحركة في المكان ومن خلال هذا المفهوم دخلت نظرية (**هايزنبرغ**) في علاقة مع المكان والحركة والجهات المادية.

وهكذا التقت نظرية (**هايزنبرغ**) مع الميكانيكا الكلاسيكية ونظرية (**بور**) في المناطق الخارجية من الذرة، أما في داخل الذرة فقد حاول (**بور**) الإبقاء على فكرة أن الإلكترون جسيم مع تعديل الميكانيكا الكلاسيكية، أما **هايزنبرغ** فاتخذ طريقة مضادة، فخطوته تتلخص في الإبقاء على الميكانيكا الكلاسيكية على الأقل من الناحية الشكلية مع تعديل الإلكترون، وبالفعل تلاشى الالكترون كلية، وكان هذا أمرًا لازما

لأن وجوده يقوم على الاستنتاج لا المشاهدة المباشرة، ولنفس السبب لا تحتوي النظرية الجديدة على أي ذكر الذرات أو انوية أو بروتونات أو كهربية في أي شكل أو صورة، فوجود هؤلاء جميعًا مسألة استنتاج، ولم يكن ممكنًا لنظرية (هايزنبرغ) بشكلها الرياضي أن تحتك بكل هؤلاء أكثر من احتكاكها بمواضيع بعيدة تمامًا كالحديث عن كفاءة أحد التوربينات أو سعر القمح.

ثم قام (بورن) و(جوردان) بتطوير هذه الأفكار رياضيا، وبينا أن الميكانيكا الكلاسيكية تصلح لتفسير كافة الظواهر الطبيعية، بشرط أن تغطى معاني جديدة تماما للرموز (ك، ل) وهي التي استخدمت لوصف موضع وحركة الالكترون، فالأشياء التي تمثلها هذه الرموز تكتسب صفات جديدة تجعل من المستحيل عليها أن تمثل كمية الحركة أو المسافة البسيطة التي يتحركها جسيم، وهي لم تعد كمية خالصة بأي وجه من الوجوه، فكل منها أصبح مجموعة كاملة من الكميات.

أهم الصفات الجديدة هي أن حاصل الضرب (ك ل) لم يعد مساويًا الحاصل الضرب (ل ك)، أو في عبارة أخرى، لم يعد النظام الذي نقوم فيه بضرب العاملين في بعضيهما أمرًا مهملاً فسوف نجد دائمًا أن الفارق بين (ك ل) و(ل ك) يساوي دائمًا ثابت بلانك (هـ) مضروبًا في مضاعف عددي، هذه العلاقة الأخيرة، بالاشتراك مع المعادلات الأساسية المشتقة بأكملها من الميكانيكا الكلاسيكية تقدم لنا علاقة أو معادلات رياضية تكفي لحل أي مشكلة في ميكانيكا الكم، كما أنها على حد المعروف لنا حاليًا، تؤدي دائمًا إلى الحل الصحيح، وعلى قدر ما يتوفر لنا من معرفة

في الحاضر فالوصف الحقيقي للنسق الذي تجرى عليه الأحداث يجب أن يعتمد على هذه العلاقة الرياضية.

قد نظن أن ميكانيكا الكم تزيد على الميكانيكا الكلاسيكية في علاقة واحدة، هي التي تعطينا قيمة (ك ل) - (ل ك)، ولكن هذا ليس صحيحًا لأن (ك ل) - (ل ك) لها قيمة واحدة في ميكانيكا الكم، وقيمة مختلفة هي الصفر في الميكانيكا الكلاسيكية، والاختلاف الحقيقي هو أن قيمة ك ل - ل ك مذكورة بوضوح في ميكانيكا الكم، في حين تفترض الميكانيكا الكلاسيكية ضمنيًا أن طبيعة ك، ل نجعل قيمة (ك، ل) مساوية تمامًا لقيمة (ل ك).

وحتى إذا اتفقنا على هذا، فقد نظل على رأينا في أن ميكانيكا الكم تختلف جذريًا مع الميكانيكا الكلاسيكية، لأن (ك ل) - (ل ك)، تختلف في قيمتها لدى النظامين، ولكن هذا ليس صحيحًا، فعندما نستخدم ميكانيكا الكم لتناول مشكلة على مستوى المقاييس الإنسانية، تكون ك، ل كبيرتين لدرجة أن (ك ل) يعد مضاعفًا هائلاً ل (هـ) ومن ثم ل (ك ل - ل ك)، وعلى هذا يجوز القول إنه عندما تكون (ك ل) مقدارًا كبيرًا يجوز اعتبارها مساوية ل(ل ك) الأمر الذي يعود بنا للميكانيكا الكلاسيكية.

وهكذا نرى أنه عندما تكون (ك ل) مكررة كبيرة ل (هـ)، فمن الضروري أن تعطينا ميكانيكا الكم نفس النتيجة التي تعطيها الميكانيكا الكلاسيكية، أما عندما لا تكون (ك ل) مكررة كبيرة ل (هـ) فإن ميكانيكا الكم تقدم توسعة رائعة للميكانيكا الكلاسيكية، إن ميكانيكا الكم

(هايزنبرغ) تصدق دائمًا، أما الميكانيكا الكلاسيكية فهي مجرد حالة خاصة منها.

عندما نقوم بحل مسألة اعتمادًا على الميكانيكا الكلاسيكية فالجواب الذي نحصل عليه يصور حركة وتغير مستمرين، أما في ميكانيكا الكم فالإجابة تصف حركات قفز وتغيرات من النوع الذي قابلناه في نظرية (بور) عن ذرة الهيدروجين، فإذا وصفت حلول الميكانيكا الكلاسيكية كرة تنزلق على مستوى مائل فحلول ميكانيكا الكم تصور الكرة كأنها ترتطم بدرجات أحد السلالم، ومقدار كل قفزة يتناسب مع (هـ)، حتى إذا وصلنا إلى مسائل يكون فيها

(ك ل) مكررًا هائلاً لـ(هـ)، فكل قفزة تعتبر صغيرة جدًا مقارنة بالحركة الرئيسية لدرجة أن تتابع القفزات لا يمكن تمييزه من الحركة المستمرة وبهذه الطريقة تتحول قفزات ميكانيكا الكم إلى الحركة المستمرة لميكانيكا (نيوتن).

تمثلات تصويرية:

إذا كان أحد الأنظمة يصف النسق الحقيقي للأحداث، وهو أمر مؤكد لدينا الآن، فمن الطبيعي أن نتساءل هل يمكن الحصول على أي تمثيل مصور لهذا النظام...

أبسط طريقة لذلك هي أن نتخيل أن (ك، ل) مازالتا تحددان موضع وكمية حركة شيء ما، وهذا الشيء غير المعروف بتطابق مع الالكترون المألوف عندما يكون على مسافة هائلة من نواة الذرة، ومع ذلك فليس

لذلك قيمة حقيقية لأن عقولنا لا تستطيع أن تتصور أي تركيب تكون فيه (ك ل) مختلفة عن (ل ك)، أما إن كنا نرغب في الحصول على تمثيل مفيد فعلاً، فأمامنا مهمة أولية هي إيجاد نوع من التفسير لكل من (ك ول) بحيث لا يكون النظام الذي يرتبان عليه أمر مهم، وأبسط خطوة لذلك هي تصوير (**كول**) كنوع من العاملات operators، حيث لا يكون النظام الذي تجري به العمليات أمر مهم

فمثلا إذا حكمنا على رجل بغرامة قدرها 100 جنيه ثم صادرنا نصف ثروته، فإن ذلك يختلف عن مصادرة نصف ثروته ثم تغريمه 100 جنيه، فهناك فارق بالنسبة له يقدر بخمسين جنيها، وهو ما يذكرنا بالقيمة (ك ل) - (ل ك) في **نظرية هايزنبرغ**.

في مرحلة مبكرة من مراحل التوسع في النظرية، وجد (**بورن**) Born و**وينر** Weiner أن هناك عوامل بسيطة للغاية تشبع رغبتنا في ضرورة جعل (ل ك) - (ل ك) مساوية لكمية ثابتة، ولكن قبل ذلك أدت محاولات أخرى لتطوير نظرية (بور) إلى إيجاد شكل آخر **لنظرية الكم**، هذا الشكل الجديد هو الصورة التي توصف عادة بالميكانيكا الموجية، وكانت أقرب إلى الطبيعة الفيزيائية من **نظرية هايزنبرغ** بشكلها الرياضي المجرد، وأدت إلى صورة للعمليات الذرية لا تختلف كلية عما قدمه بور من قبل..

وجد العلماء أن استبدال (ك) و(ل) في نظرية (**هايزنبرغ**) بتلك العاملات المذكورة يؤدي بنا إلى نفس المعادلات التي وجدوها من قبل تعبر عن الميكانيكا الموجية، فالميكانيكا الموجية وفقًا لذلك هي المثيل المصور لميكانيكا الكم (**هايزنبرغ**) الأكثر شمولا، ويمكن البرهنة

على أن المضمون الرياضي الميكانيكا الموجية يقف على قدم المساواة مع ميكانيكا الكم (هايزنبرغ)، وتبينت لنا قدرتها من حيث المبدأ - على حل مشكلة تستطيع ميكانيكا الكم حلها ومع ذلك فعلينا أن نتجنب افتراض أن الاثنين ندان تمامًا، ويجب أن نتذكر دائمًا أن ميكانيكا الكم هي عرض للحقائق في صورة رياضية مجردة، على حين أن الميكانيكا الموجية هي تمثيل مصور لهذه الحقائق، والتفاصيل المصورة قد تتفق أو لا تتفق بصدق مع حقائق الطبيعة وقبل أن نشرع في وصف هذه الميكانيكا الموجية قد يكون من المناسب أن نتعرض لبعض التجارب ذات النتائج الهامة محاولين أن نفهمها.

مكتبة
t.me/soramnqraa

موجات الكترونية

عندما تعمق العلم في دراسة تركيب المادة اكتشف العلماء الجزيئات فالذرات فالإلكترونات بهذا الترتيب، وأخر هذه الجهات وهو الالكترون بدا نهائيًا، فلم يجد أي شخص أبدأ جزءا من الالكترون أو من الشحنة الكهربية.

يتكون تيار الكهرباء كالتيار الذي يحمل رسائلنا التليفونية أو بدق أجراسنا الكهربية، من سيل من الالكترونات، تتحرك كلها في الاتجاه نفسه، ومثل هذه التيارات يمكن أن تمر خلال المواد الصلبة والسائلة والغازية، ويمكن أيضا أن تمر عبر الفضاء المفرغ، وفي هذه الحالة يمكن ترتيب التيار بحيث تتحرك الالكترونات كلها في مسارات متوازية وبنفس السرعة، وعندئذ يمكن أن تشبه بالرشاش بدلاً من التيار.

إذا وضعت لوحة معدنية رقيقة في مسار رشاش من هذا النوع، فلا بد لبعض الالكترونات أن تصدم نويات والكترونات ذرات المعدن، وبما أنها ستسقط عليها بكل الزوايا الممكنة، فلعلنا كنا نتوقع أن تنحرف مسارات الالكترونات مثلما يتشتت شعاع الضوء عندما يسقط على زجاج مصنفر، بحيث تخرج الالكترونات من الناحية المقابلة للوحة المعدنية بطريقة فوضوية.

ولكن ما يحدث في الحقيقة يختلف عن ذلك كثيرًا، فقد اكتشف عالما الفيزياء الامريكيان (دافيسون Davisson وجيرمر Germer) بالصدفة أمورًا جديدة لم تكن متوقعة، فقد بدأ بدراسة قانون تشتت الالكترونات على الأسطح المعدنية، فكانا يصوبان رشاشًا من الالكترونات المتحركة على شريحة من النيكل عندما انكسر جهازهما، وفي أثناء ترميم الجهاز جعلا النيكل يسخن جدا لدرجة أنه تبلر.

من المعروف أن الأسطح المتبلورة لها صفات خاصة جدًا، فذرات المواد غير المتبلورة ليست مرتبة وفقًا لنسق معين بل هي ملقاة عشوائيًا، وكأنها حفنة من الحبوب منشورة على كومة من الرمال، أما ذرات المواد المتبلورة فمرتبة في نظام ممتاز، فهي تتشكل في نظام هندسي يتألف من مربعات ومثلثات متكررة وهكذا.. وهذه الخاصية لها قيمة عظيمة بالنسبة للفيزياء التجريبية.

كثيرًا ما يقوم العلماء بدراسة خواص الضوء باستخدام جهاز يعرف بمحززة الحيود Diffractoin-grating، وهو لوحة معدنية على سطحها خدوش عبارة عن خطوط متوازية على أقصى قدر من النظام والدقة،

بحيث تحتوي البوصة على 15000, إلى 40,000 خط وعندما ينعكس شعاع من الضوء على مثل هذا السطح، فإنه يتوزع إلى مكوناته من ألوان الطيف المختلفة، وكأنه مر من خلال جهاز التحليل الطيفي، وكلما تقاربت الخطوط المرسومة على سطح المعدن، أصبحت الإشعاعات الضوئية التي يتعامل معها الجهاز ذات أطوال موجبة قصيرة، لأن التحزيز يصبح بدون تأثير إذا زادت المسافة بين خطين متتاليين عن طول موجات الضوء، فالضوء الأحمر به 30 , 000 موجة في البوصة، والضوء البنفسجي به حوالي 60,000، ومن السهل أن نتحكم في أبعاد خطوط التحزيز بما يكفي للتعامل مع مثل هذه الموجات.

ولكن عندما نتناول الأشعة السينية فسنجد أن البوصة الواحدة تحتوي على مئات الملايين من الموجات منها، بحيث لا يمكن لأي تحزيز أن يتعامل معها إلا إذا كانت أبعاد خطوطه ذات مقاييس ذرية، ومن الواضح أن الحصول على خطوط بهذه المقاييس باستخدام الأساليب الميكانيكية أمر مستحيل، ولكن بعض التجارب التي قام بها **لوي** Laue 1912 بينت أنه لا حاجة لذلك، لأننا نجد بالفعل تحزيزات شبه كاملة من هذا النوع الذي ترغب فيه على سطح البلورات حيث تترتب الذرات في أشكال منتظمة تبلغ درجة الكمال.

أوضحت تجارب كثيرًا أن الشقوق والفجوات التي تكونها هذه السلاسل المنتظمة من الذرات، تجعل سطح البلورة بعمل وكأنه محززة حيود طبيعية.للأشعة السينية بطول موجها المعروف، وهو ما فتح أمام البحث العلمي مجالات جديدة، فقام **السير و. ه. براج** W.H.Bragg

والسير و. ل. براج W.L.Bragg بالاشتراك مع جيش من الباحثين الآخرين بدراسة ترتيب الذرات في المواد الجامدة، اعتمادًا على ملاحظة سلوك الأشعة السينية عندما تسقط عليها، على حين تجمعت معلومات قيمة حول التركيب الداخلي لهذه الذرات عندما قام **(سيجبان)** Siegbahn وآخرون بقياس أطوال موجات الأشعة السينية الساقطة على ذرات العناصر الكيميائية المختلفة.

ويمكننا الآن أن نفهم ما حدث عندما أطلق **(دافيسون)** و**(جيرمر)** رشاش الكترونات على سطح النيكل المتبلر، لقد وجدا أن الالكترونات المنعكسة لا تشتت عشوائيًا، بل تظهر ميلاً ملموسًا إلى اتجاهات معينة في فراغ، فاستنتجا أن ذلك ينشأ عن الترتيب المنتظم للذرات على سطح النيكل، ولكن لسوء الحظ لم تكن الالكترونات التي استعملوها تتحرك بسرعة تسمح لدراستهم بالتوصل إلى نتيجتها السليمة. بعدها بقليل أجرى الأستاذ ج. ب. ثومسون G.P.Thomson تجارب مماثلة باستخدام الكترونات أسرع وأساليب أفضل فصنع شرائح رقيقة لا يزيد سمك أحدها على 100 ذرة، من معادن متبلورة طبيعيًا، ف**كانت** هذه الشرائح قوية إلى درجة الماسك وفي نفس الوقت رقيقة إلى حد السماح بنفاذ الالكترونات، ووجد ثومسون أن الالكترونات التي تتحرك بسرعة 50,000 ميل في الثانية تخترق هذه الشرائح ولا تنعكس على أسطحها، وبتسجيل مواضع الكترونات بعد اختراقها للشرائح المعدنية على لوح فوتوغرافي، وجد أن هذه المواضع مرتبة وفق نظام بالغ الدقة، فهي منسقة على هيئة دوائر متحدة المركز بحيث تتعاقب دوائر مضيئة مع دوائر مظلمة

حول النقطة التي كان المفروض أن يصطدم عندها رشاش الالكترونات باللوح الفوتوغرافي في غياب الشريحة المعدنية، وفي هذا دليل على أن الشريحة المعدنية لا تقذف بإلكترونات في شكل فوضوي بل هي تنشر الالكترونات بطريقة شديدة النظام ووجد أن ترتيب الالكترونات مماثل لما قد تصنعه أشعة سينية ذات طول موجة محدد معروف لو أنها مرت خلال الشريحة المعدنية نفسها، وإذا غيرنا معدن الشريحة بأي معدن آخر، فإن الترتيب الجديد سيظل مماثلاً للترتيب الذي تشكله نفس الأشعة السينية إذا مرت خلال المعدن الجديد..

عند هذه المرحلة قد نجد ما يغرينا لكي نتصور أن الترتيب المنتظم للذرات في البلورة قد طبع نفسه على رشاش الالكترونات، ولكن إذا صح أن هذا هو السبب لوجدنا أن وضع لوحين من المادة الصلبة على التعاقب في طريق رشاش الالكترونات تسبب في الحصول على ضعف عدد التشتتات في المرة الأولى، ولكن بدلا من ذلك نجد أنه يخفف من تركيز الترتيب، وهو ما يثبت أن الترتيب نتيجة لإحدى خواص الالكترونات التي تخرج إلى النور بمرور الالكترونات خلال الشريحة المعدنية، ويؤكد هذا أن الالكترونات يمكن جعلها تنعكس على سطح المعدن ومع ذلك تظهر نفس الترتيب المنتظم.

وفي كلتا الحالتين يماثل الترتيب مع ما تصنعه الأشعة السينية، فلابد أن الالكترونات تشترك مع الأشعة السينية في خواصها التماوجية ومن المؤكد أن سلوك الالكترونات في كل التجارب وكأنها نوع معين من

الإشعاع هو الأشعة السينية يعتبر مصادفة حسابية لأن الأشعة السينية هي الاشعة الوحيدة التي يمكن مقارنة طولها الموجي بالمسافات بين الذرات.

فإذا تغيرت سرعة الرشاش الالكتروني فسوف يتغير الترتيب الذي نحصل عليه يماثل ما قد تحدثه أشعة سينية ذات طول موجي مختلف، ووجد أن الطول الموجي يتناسب عكسيًا مع سرعة الرشاش الالكتروني، فبإبطاء الالكترونات يزداد طول موجة الأشعة المناظرة، ويكون حاصل ضرب طول الموجة في سرعة الالكترونات مساويًا لثابت بلانك (هـ) مقسومًا على كتلة الالكترون ك (ع x ج = $\frac{هـ}{ك}$)، إن ظهور ثابت بلانك هنا يدعونا بوضوح لافتراض أن الخواص الموجية للإلكترونات يجب أن تربطها بطريقة ما **بنظرية الكم** وفعلاً تنبأ دو برجلي (De Broglie) بالمعادلة التي ذكرناها اعتمادًا على **نظرية الكم** وحدها، قبل مشاهدة النسق الموجي على الإطلاق.

هذه هي النتائج التجريبية البحتة، وقد رأينا في الفصل السابق كيف أن الإشعاع الذي ظنوا في الماضي أنه موجات خالصة من الممكن تصوره وكأن له بعض خواص الجسيمات، فحزمة الإشعاع الساقطة على سطح مادي يمكن تصويرها كرشاش من الفوتونات، فكل فوتون يحتل نقطة محددة من المكان وله كتلة وطاقة، والآن نجد أن رشاش الالكترونات الذي ظنوا أنه يتألف كلية من جسيمات، يمكن تصور أن له بعض خواص الموجات، على الأقل من حيث امتلاكه لطول موجة خاص به.

الميكانيكا الموجية Wave Mechanics

هذه الموجات هي محور الميكانيكا الموجية وهي في الوقت نفسه تقدم لنا تمثيلاً تصويريًا لميكانيكا الكم لهايزنبرغ، وبرغم أن تلك الموجات الرياضية التي حسبنا طولها بالمعادلات ليس لها وجود فيزيائي من أي نوع فإنها تدل على وجودها بتجارب تؤكد صدق ميكانيكا الكم وصحة استخدام الميكانيكا الموجية كتمثيل تصويري لها.

عندما نتعمق في دراسة خواص هذه الموجات، فسوف نجد أنها مشابهة جدًا لموجات النظرية التماوجية للضوء، وهي كما رأينا يصح وصفها أنها موجات من الاحتمالات بحيث يعطينا تركيز الموجات عند أي نقطة مقياسًا لاحتمال ظهور فوتون عند هذه النقطة وموجات الالكترونات يمكن تفسيرها بنفس الطريقة.

التحقيق ذلك فما علينا إلا أن نتخيل أن رشاش الالكترونات في التجربة السابقة قد أنقصت قوته حتى أصبح يتكون من الكترون واحد، ولأن الالكترون الواحد لا يتجزأ، فلابد أنه سيصدم اللوح الفوتوغرافي عند نقطة واحدة فقط، وهذه النقطة لابد أنها كانت مسودة في التجربة الأصلية، وإلا كان من الضروري أن نفترض أن الالكترون الواحد يمكنه أن يفعل ما فشلت فيه ملايين الالكترونات وكلما ازداد سواد اللوحة عند أي نقطة، ازداد عدد الالكترونات التي تصدمها عندها وعلى هذا يزداد احتمال أن يصطدم الالكترون المنفرد باللوحة الفوتوغرافية عند هذه النقطة أي أن موجات الالكترونات مثل موجات الإشعاع يمكن تفسيرها كموجات من الاحتمالات

حيث تعطينا شدة الموجات عند أي نقطة مقياسًا لاحتمال اكتشاف الكترون عند هذه النقطة.

وفقا لنظرية بلانك الأصلية، يعتبر الفوتون مخزونًا لطاقة مقدارها (هـ) من المرات تردد موجاته، ولكن الالكترون أيضا مخزون الطاقة مقدارها = ك ع 2 حيث (ك) كتلة الالكترون، (ع) سرعة الضوء، والمبادئ الأساسية **لنظرية الكم** تفترض أيضًا أن الطاقة تساوي (هـ) من المرات تردد الموجات، ولذلك تردد الالكترونات يساوي $\frac{ك ع^{2}}{هـ}$ معنى هذا أن $\frac{ك ع^{2}}{هـ}$ من الموجات الكاملة تمر على النقطة الواحدة في الثانية من تعريف «تردد الموجة»، وبما أن كل موجة طولها $\frac{هـ}{ك ع}$ حيث (ع) هي سرعة الالكترون، فالسرعة الكلية للموجات المارة على النقطة الواحدة في الثانية ستكون $\frac{ك ع^{2}}{هـ} \times \frac{هـ}{ك ع}$ أي $\frac{ع^{2}}{ع}$ ، اي أن موجات الالكترونات تنتقل بسرعة $\frac{ع^{2}}{ع}$.

هذه النتيجة تبدو لأول وهلة مذهلة، لأنه من المتفق عليه في الفيزياء أنه لا يوجد شيء مادى يمكنه أن ينتقل أسرع من الضوء، وعلى هذا فإن (ع) وهي سرعة الالكترون المادي لابد أن تكون أقل من سرعة الضوء (ع)، والنتيجة أن وهي سرعة الموجات الالكترونية ستكون ولابد أكبر من سرعة الضوء، وهو برهان كاف منذ البداية، على أن هذه الموجات لا تنقل معها أي شيء مادي، فالاحتمالات بكل تأكيد ليست مادية ولم توهب خواص الكتلة أو الطاقة.

إذا **كانت** موجات الالكترونات تنتقل أسرع من الضوء، فقد يبدو لنا لأول وهلة أنها ستفلت من الكتروناتها، إلا أن هذا باطل تمامًا، لأنه عندما تنتقل الالكترونات خلال الفضاء بسرعة (ع) فإن المناطق التي ينتظر أن

تجدها عندها - وهي المناطق التي يحددها وجود الموجات - لابد أن تنتقل بنفس السرعة (ع)، والذي يحدث بالفعل أن هذه المناطق تنتقل بسرعة (ع) فقط، والدليل على ذلك ينتقل بنا إلى بعض اصطلاحات النظرية العامة للحركة الموجية.

تسهيلا لمناقشتنا الرياضية نقول إن أبسط الأنظمة الموجية تتكون من موجات منتظمة للغاية يتبع بعضها بعضا وتمتد إلى مسافة لا نهائية في كافة الاتجاهات، وكل موجة لها تمامًا نفس الشكل والطول، ويشبه محيطها الموجات المترقرقة على سطح ماء ساكن، وعندما نجمع مثل هذه الوحدات نستطيع أن نكون أي تشكيل من الموجات مهما كانت معقدة، ومن ناحية أخرى، فإن أي تشكيل من الموجات، مثل التشكيل الذي تصنعه عاصفة في البحر، يمكن تحليله إلى مكوناته من الوحدات الموجية البسيطة، ومن الممكن أن نحصر العاصفة داخل دائرة قطرها 100 ميل ولكن يجب أن نفترض أن أي وحدة تمتد إلى اللانهاية في كافة الاتجاهات، وهذه الوحدات الموجية ما زالت موجودة خارج دائرة العاصفة بالمعنى الرياضي، ولكن بحطم بعضه من بالتداخل، فإحدى النقط قد تعتبر قمة للموجة في إحدى الوحدات وفي الوقت نفسه تعتبر قاعة للموجة في وحدة أخرى، وبهذه الطريقة ستجد الارتفاع عن سطح الماء عند أي نقطة يساوي صفرة وسيكون البحر ساكنًا.

وعندما تهدأ العاصفة بالموجات التي تثيرها عن طريق احتكاك الرياح بسطح الماء فإن كل وحدة موجية تستمر في حركتها الطبيعية فوق سطح البحر، وكأن الوحدات الموجية الأخرى لا وجود لها، وعندما نحلل

الحركة تحلية رياضيا، سنجد أمامنا خاصيتين متميزتين، أولاهما أن تداخل الموجات خارج دائرة العاصفة يصبح أقل كمالاً باطراد الحركة لدرجة أن اضطراب البحر يمتد بالتدريج إلى خارج الدائرة، وثانيهما أن الموجات القصيرة تتلاشى أسرع من الطويلة بتأثير القوى المشتتة، لدرجة أنه في النهاية لا يبقى سائدة في المحيط سوى الموجات الطويلة.

في تناول المشكلة التي أمامنا قد نلجأ إلى تطبيق مختلف لهذه النظرية، فنقوم بإدماج عدد من الوحدات الموجية التي تساوي أطوال موجاتها طول إحدى الموجات المعينة تقريبا وليكن (ط)، وعلى هذا يمكننا أن نكون تشكيلا موجا بتركب بأكمله من موجات طول موجة كل منها يساوي (ط) بالضبط، بحيث ينتشر هذا التشكيل فوق نطاق صغير من المكان، وكما سبق أن ذكرنا فالموجات سوف يحطم بعضها بعضا خارج هذا النطاق الصغير بفعل التداخل، ويعرف التسلسل القصير من الموجات من هذا النوع (بالحركة الموجية).

لنتخيل الآن أن كل وحدة في الحزمة الموجية تنتقل خلال الفضاء بالطريقة الملائمة لطولها الموجي، ومن الشائع في الطبيعة أن تنتقل الموجات بسرعة تعتمد على طولها الموجي وفي المثال الذي أمامنا تنتقل كل وحدة تقريبًا بسرعة ملائمة لطولها الموجي (ط)، ولعلنا كنا نتوقع أن تنتقل الحزمة الموجية بأكملها بنفس السرعة تقريبًا، ولكن التحليل الرياضي يبين أنها لا تفعل ذلك، ففي مقدمة الحزمة الموجية تدأب الموجات على تحطيم بعضها بعضا بفعل التداخل، على حين أنه في مؤخرة الحزمة يحدث العكس تمامًا، والنتيجة النهائية في إبطاء سرعة الحزمة الموجية ككل، حتى أنها تتقدم

بسرعة تقل عن وحداتها الفردية المكونة لها، والتحليل المفصل يبين أنه برغم انتقال كل موجة فردية بسرعة ع فإن الحزمة ككل تنتقل بسرعة (ع) فقط، وهي سرعة الالكترون بالضبط، وهكذا نرى أن الموجات ككل لا تفلت من الالكترون.

رأينا فيما سبق أنه ليس من الملائم تصوير الإشعاع عندما ينتقل خلال الفضاء على أنه جسيمات، وهناك خاصية موازية بالنسبة للإلكترونات، فإنه لا يجوز تصويرها على أنها موجات في أثناء انتقالها خلال الفضاء، والسبب في ذلك هو أن الكميات $\frac{هـ}{ك \times ع}$، $\frac{ع^{٢}}{ع}$ التي تحدد الموجات لا معنى لها بدون أن نعرف (ع) على أنها السرعة التي تنتقل بها الالكترونات خلال الفضاء، ولا يمكن تحديدها إلا في علاقة الالكترونات بمرجع آخر، كالسطح المادي الذي توشك الالكترونات على الاصطدام به، لذلك يجب أن نفكر في الموجات الالكترونية على أنها تنبثق إلى الوجود عندما يدخل تيار من الكهرباء في علاقة مع سطح مادي، مثلا نفكر في الفوتونات على أنها تظهر للوجود عندما يلاقي الإشعاع سطحًا ماديًا.

من كل ما سبق نرى أن الموجات ليس لها وجود مادي أو حقيقي مستقل، فهي ليست من مكونات الطبيعة والذي أتى بها هو محاولاتنا لفهم الطبيعة، فعلى أمل أن نجعل الصيغ الرياضية الميكانيكا الكم قابلة للفهم، رسمنا لأنفسنا صورة ذهنية تحتوي على هذه الموجات، إن التحديد الرياضي للموجات ثابت لا يتغير، فهو المكافئ لصيغ ميكانيكا الكم، ولكن تفاصيل الصورة الفيزيائية ليست ثابتة على الدوام، فهذه الصورة لو كانت مثالية لاستطعنا من خلالها أن نفسر الأمور غير المفهومة، وغاية

مـا نتوقع من هذه الصورة أن يظهر فيها ميل للدقة، وقد نعدل فيها أحيانا لكي نتناول الظروف الخاصة المشـكلة معينة، فمثلا قد يكون من المناسب أن نتخيـل الموجـات الالكترونية على أنها موجـودة في الفضاء، كما نتخيل موجات الفوتونات على أنها موجودة في المادة.

تحميـل الموجات إلى الانتشـار، مثل الموجـات في العواصف البحرية، أو الموجات على سـطح إحدى البرك، وسـواء كانت الحزمة الموجية كبيرة أو صغيرة فلابد أن تزداد اتسـاعًا باستمرار، وإذا كانت صغيرة في بدايتها ازداد نموهـا بسرعـة، وهـذا يبـين أن الحزمة الموجيـة لا يمكنهـا أن تمثل الكترونهـا منفردة عـلى الدوام، فالإلكترون كيـان دائم على عكس الحزمة الموجيـة، إن ميكانيـكا الموجات لا تعنـي بالإلكترونات المنفـردة وعندما نقتبس مفهوم ذرية الكهرباء من الفيزياء التجريبية، سـوف نلاحظ أن أي حزمة موجية إذا مثلت أحد الالكترونات في لحظة معينة فإنها ستكف عن تمثيله في اللحظة التالية، لأن الحزمة الموجية ستكون قد تغيرت على عكس الالكترون.

ربـما نخمن أنه يمكـن تمثيل الالكترونات في الظـروف المختلفة بحزم موجيـة مختلفـة، فلتتحقـق من هذا بمناقشـة ظـروف أحـد الالكترونات الموافقة لبعض أنواع الحزم الموجية.

فلنتخـير أولا الحالة التي تكـون فيها الحزمة الموجية ذات طول موجي قصـير قـصرًا لا نهائيًا، مجرد نقطة في المـكان، مثل هذه الحزمـة الموجية قد تبـدو ملائمـة تمامًـا لمثيل الالكـترون في أغلـب الظروف، ولكـن حقائق الرياضيـات تخبرنا أن حزمـة موجية من هذا النوع لا يمكن أن تقارن بأي

طول موجي، فليس هناك مجال لظهور الخواص الموجية، وقد رأينا من قبل أن حزمة طولها الموجي (ج) تمثل الكترونًا يتحرك بسرعة $\frac{هـ}{ك \times ح}$ بحيث إذا لم تكن لدينا فكرة عن قيمة (ح) فلن نتمكن من معرفة سرعة الالكترون.

فإذا جعلنا طول الحزمة الموجية يزداد تدريجيًا، فسوف تنشأ خواص موجية مؤكدة شيئًا فشيئًا، وفي النهاية تصبح الحزمة عبارة عن سلسلة لا نهائية من الموجات، كل منها لها طول موجي مساو للطول الموجي للحزمة، فإذا قمنا بتمثيل الكترون بمثل هذه السلسلة اللانهائية من الموجات، فستمكن بالطبع من تحديد سرعة حركته بدقة مطلقة، فهي ببساطة $\frac{هـ}{ك \times ح}$، لأننا لا نواجه صعوبة في تحديد قيمة (ح) ولكننا في الوقت نفسه نعجز تمامًا عن تحديد موضع الالكترون، فالحزمة الموجية أصبحت سلسلة لا نهائية من الموجات غير واضحة المعالم، وليس هناك ما يبرر تخصيص موضع معين للإلكترون بدلاً من غيره، وهكذا نرى أن سلسلة من الموجات القصيرة ستحدد موضع الالكترون في الفضاء ولكنها ستفشل في تحديد سرعة حركته، على حين أن سلسلة من الموجات الطويلة ستخبرنا بسرعة حركته ولكنها لن تعين موضعه في المكان، ولا يمكن لأي حزمة موجية نتصورها أن تتضمن كلا من سرعة حركة الالكترون وموضعه بدقة مطلقة. يذكرنا هذا بالنتيجة التي توصلنا إليها سابقًا، فقد رأينا أن اكتشاف الطبيعة عن طريق التجربة لا يسمح لنا بالدقة المطلقة، لأن من المستحيل أن ندرك شيئا عن العالم الخارجي يكون أصغر من الفوتون، وإذا اعتبرنا الالكترون جسيمًا متحركًا فليس لدينا أي تجربة تعين لنا سرعة حركته وموضعه في المكان بدقة كاملة، فإذا رصدنا

الالكترون باستخدام كميات منخفضة التردد فإن موضع الالكترون سيصبح بالضرورة غير محدد، أما الكميات عالية التردد فتؤدي إلى الانتقال بعدم التحديد نحو تعيين كمية حركة الالكترون، لأن الفوتون المحمل بطاقة عالية يعطى الالكترون دفعة شديدة عندما يتركه، وليس هناك أي تجربة تخلصنا من عدم التحديد في هذين المقدارين في آن واحد، لدرجة أن حاصل ضرب المقدارين لا يمكن أبدا أن يساوي صفرًا، وأوضحت دراسة قام بها (**هايزنبرغ**) أن حاصل الضرب لا يمكن أبدا أن يقل عن ثابت بلانك (هـ)، ويعرف هذا بقاعدة (**هايزنبرغ**) لعدم التيقن Uncertainty أو عدم التحديد Indeterminacy.

رأينا أن الحزمة الموجية المعبرة عن أحد الالكترونات تظهر نفس النقص في الدقة، وأوضحت الدراسات الرياضية المفصلة أنه مهما **كانت** الحزمة الموجية التي يقع عليها اختيارنا للتعبير عن الالكترون، فإن حاصل ضرب عدم التحديد الموضع الالكترون في عدم التحديد الكمية حركته لن يقل أبدًا عن ثابت بلانك (هـ) وهو ما تأكد منه (**هايزنبرغ**) بالتجربة

عندما يصور الالكترون على أنه جسم يتحرك في المكان فإن له سرعة حركة محددة وموضعًا محددًا، ويمكن أن نعين لها كميتين عدديتين، والمشكلة التي أبرزها مبدأ عدم التحديد ليست أن هاتين الكميتين غير موجودتين ولكن أنا لا نملك وسيلة عملية لقياسها، إن هاتين الكميتين موجودتان بالنسبة للإلكترون وليس بالنسبة لمعرفتنا عن الالكترون، أما عندما نصور الالكترون على أنه حزمة موجية، فهاتان الكميتان لا وجود لها حتى في الحزمة الموجية.

كان (بـور) Bohr أول مـن أبرز هـذا، وهذا يعطينا مفتـاح الغموض الموقـف، ويكشـف السر في أن الأنـواع المختلفة من الحزمـات الموجية لا يصـح افـتراض أنها تمثل أنواعـا مختلفة من الالكترونـات، أو الكترونات في حـالات مختلفـة، أو الكترونات تحت ظروف مختلفـة بل هي تمثل أنواع مختلفة من المعرفة التي يمكننا أن نملكها عن الالكترونات، ومثلما وجدنا من قبل أن موجات النظرية التماوجية للضوء، تمثل معرفتنا عن الفوتونات يمكننا كذلك أن نرى موجات الميكانيكا الموجية على أنها تمثل معرفتنا عن الالكترونـات، والمجموعتـان من الموجات هما تركيبـان عقليان يخصاننا، وكلتاهما تنتشران في الأماكن التصويرية و«انظر الفصل الرابع».

بـين هذيـن النوعـين مـن الموجات تشـابه تـام ما عـدا جانبًا واحدًا، فموجـات النظرية التماوجية للضوء يمكـن تمثيلها في مكان ثلاثي الأبعاد ممـا يجعـل المـكان الفيزيائـي المألوف مناسـبة لمثيلهـا، والموجـات الخاصة بألكـترون واحـد يمكـن أن تمثلها في مـكان ثلاثي الأبعاد، أمـا الموجات الخاصـة بألكترونـين فيلزم لهـا مكان سـداسي الأبعاد، بحيـث يحتاج كل الكترون إلى ثلاثة أبعاد، وكذلك تحتاج الموجات الخاصة بمليون الكترون إلى مـكان واحـد ذي ثلاثـة ملايين من الأبعـاد، وهكذا نـرى أن الصورة الموجية التي تخص أبسـط مجموعة من الالكترونات أو غيرها من الجهات لا يمكن أن نرسمها في المكان العادي.

هـذه الصـورة الموجيـة التـي وصفناهـا تنسـب (دي بـرولي)... (وشرودنجـر)، (وبـور).. (وهايزنـبرغ) وهـي ذاتيـة بمعنـى أنهـا قـد تعتمـد عـلى التجـارب التي أجريـت مؤخرًا عـلى الالكترونـات، كما أنها

أيضـاً موضوعية بمعنـى أنها تظهر إمكانيات لتفسـير الواقـع الموضوعي مماثلـة لإمكانيـات الصورة الجسـيمية وهـي تعطينا حلولاً سـليمة لكثير من المشـاكل التي تفشـل فيها الصورة الجسـيمية بل إن الصيغة الرياضية للصـورة الموجية تجعلهـا مكافئة تمامًا لنظام (**هايزنـبرغ**)، وهو نظام تعلم من خطوات اشتقاقه أنه صادق بالضرورة مع الواقع.

ونسـارع فنضيـف إلى ذلـك أن الحـالات التـي تحقـق فيهـا الصورة الموجية نجاحًا أكبر من الصورة الجسـمية ليسـت هي الحالات التي تمثل فيهـا معرفة فـرد معين، فعـلى غالبيتها أن تتنـاول الأطيـاف الذرية فهي معنيـة بحركة الالكترونات حـول أنوية الـذرات لا في الفضاء الحر، إن الحزمة الموجية ما زالت تمثل معرفتنا عن الالكترون، ولكنها الآن معرفة عـن الأوضاع الممكنة أو المحتملة للألكترون داخـل الذرة، فهي معرفة مسـتقلة عن أي مشـاهد معين أو مشـاهدة خاصـة، أما الحزمـة الموجية للألكـترون الحـر فتمثـل معرفة خاصة وفردية لأنها تنسـب إلى مشـاهد معـين قام وقتها بمشـاهدة الالكـترون أو ملاحظته، أمـا الحزمة الموجية للألكترون داخل الذرة فتمثل معرفة عامة في متناول الجميع بغير تجربة، إن أحد المشـاهدين يمكنه طبعًا أن يكشـف المزيد عن الالكترون داخل الـذرة بتصميم تجربـة جديدة لهذا الغرض، فقد بقذف الذرة بجسـيمات (ألفا) ثم يلاحظ سلسـلة التكثف للألكترون عندما ينطلق خارج الذرة في غرفة (**ويلسـون**) السـحابية، ولكنه عندما يفعل هذا فإنه يدمر الذرة، وسـتتركز الحزمـة الموجيـة للألكترون في نطـاق ضيق، وتصبـح الحزمة الموجية إلكترون حر يبدأ رحلة جديدة.

نستنتج من هذا أن هناك حزمة موجية قياسية للألكترون داخل الذرة، أو على الأصح هناك عدة حزم قياسية متميزة، تخص كل واحدة منها إحدى حالات الحركة الدائبة التي تحدث داخل الذرة، أما الالكترون الذي ينتقل في الفضاء بحرية فليس له حزمة موجية قياسية وهذا يذكرنا بما توصلنا إليه من مناقشة صور الالكترون كما تقدمها الميكانيكا الكلاسيكية، فقد وجدنا صورة الطلقة التي تتلاءم مع صورتنا الجسمية الحالية، ووجدنا صورة «اللوامس» «tentacles» التي تتلاءم مع صورتنا الموجية الحالية، ولكننا لم نجد أي صورة

للوامس قياسية تلائم كل الظروف، فالصورة المناسبة اعتمدت على حركة الالكترون كما اعتمدت على حركة الأجسام الأخرى بنفس الدرجة من الأهمية.

فإن كانت الموجات الخاصة بألكترون حر أو بفوتون تمثل معرفة إنسانية، فما الذي يحدث عندما لا توجد هذه المعرفة الإنسانية؟ لابد أن نفترض أن الالكترونات كانت موجودة من قبل أن يوجد أي وعي إنساني يتابعها، وأن هناك الكترونات حرة في الشعرى اليمانية حيث لا يوجد أي عالم فيزيائي يشاهدها.

الجواب البسيط والمذهل هو أنه عندما لا توجد معرفة إنسانية فلا وجود للموجات، ولابد أن نتذكر دائمًا أن الموجات ليست جزءًا من الطبيعة، ولكن من مجهودنا لفهم الطبيعة، ويستوى في ذلك أن نفكر في الالكترونات أو لا، وأن تجرى عليها التجارب أولا فحركتها محددة بمعادلات (هايزنبرغ) والديناميكية، وعندما يلتحق الكترون بإحدى

الـذرات أو يقـذف به خارجهـا يمر بنفـس التغيرات، سـواء أشرفنا على التجربـة أولم نـشرف، وعندمـا يقذف الكـترون بأحد الفوتونات نسـيان للألكترون أن تنتهي رحلة هذا الفوتون في عين بشرية أو في غيرها.

ويمكن أن نسـجل نفس الملاحظـات حول موجـات النظرية الموجية للضوء، وحول القوى الكهربية والمغنطيسـية التي كنا نتخيل أن الموجات مركبـة منهـا، فالطاقة قد تنتقل مـن مكان لآخر ولكـن الموجات والقوى الكهربية والمغنطيسـية ليست جزءًا من ميكانيكية النقل، إنها ببساطة جزء مـن مجهوداتنا الفهم هـذه الميكانيكيـة وتصويرها لأنفسـنا، وقبل أن يأتي الإنسـان إلى الوجود، لم يكن للموجات ولا للقوى الكهربية والمغنطيسية أي وجـود، فهي ليسـت من موجودات الطبيعة التـي صنعها الله، بل هي من ابتكار (هوغنس) (فرنزل) (وفاراداي) و(ماكسويل)..

ميكانيكا الكم (لديراك)

أمـا الصـورة الثالثة الميكانيـكا الكم، التـي قدمها (ديـراك)، فلابد أن تتخطاها بسرعة، لا لأن ميكانيكا (ديراك) غير هامة، ولكن لأنها في صورة رياضيـة مركزة بحيث تبعد عن مجال هذا الكتـاب، كان (ديراك) يأمل في تجميع كل ميكانيكا الكم في صورة تامة الاتسـاق، بحيث تسـتخلص كل نتائجهـا من خلال بضع مسـلمات بسـيطة، مثلـما اسـتخلص (إقليدس) الهندسة بأكملها من بضع بديهيات بسيطة..

لاحـظ (ديـراك) أن الميكانيـكا الكلاسـيكية حاولت تفسـير الظواهر الفيزيائية بلغة الجسـيمات والإشـعاعات التي تتحـرك في المكان والزمان،

ووضعت بعض الفروض البسيطة عن العوامل التي تتحكم في الأجسام كما تبدو في عالم الظواهر، ثم حاولت أن تفسر سلوكها على ضوء هذه الفروض أي أنها باختصار حاولت أن تفسر الظواهر بدون أن تتعمق وراء الظواهر، وكأن هذه الظواهر تصنع عالمًا منغلقة عليها، وهي محاولة ثبت فشلها واتضح أن الطبيعة تعمل وفق خطة مختلفة، وبينت الدراسات الشاقة التي قام بها عدد كبير من الباحثين أن القوانين الأساسية للطبيعة لا تتحكم في الظواهر مباشرة، ولابد لنا أن نتصورها تعمل في طبقة اعمق Substratum لا يمكننا أن نشكل عنها أي صورة ذهنية، ما لم يكن في نيتنا أن نلجأ إلى عدد من الافتراضات البعيدة التي ليس لها مبرر.

والأحداث التي تقع في هذه الطبقة السفلية يصحبها أحداث في عالم الظواهر الذي تمثله في المكان والزمان، والطبقة السفلية مع عالم الظواهر لا يصنعان عالمًا كاملاً بذاته يمكننا أن نشاهده بموضوعية دون أن نخل به، فالعالم المغلق تمامًا لابد أن يتكون من ثلاثة مكونات: الطبقة السفلية، وعالم الظواهر، والشخص الذي يشاهدهما، وعندما نقوم بتجاربنا ننتقل بين الذات والموضوع، وعندما نقوم بمشاهدتنا عن العالم فإننا نغيره، مثل الصياد الذي يجر سمكة من أعماق البحر، فهو يكر المياه كما يقتل السمكة.

أتى (ديراك) بعاملات operators من نوع رياضي بحت، لكي مثل عملية الانتقال بأي نشاط من الطبقة السفلية إلى السطح - أي مشاهدته، وجد (ديراك) أنه من الضروري أن نسلم بأن سلسلة أنواع النشاط التي نشاهدها أ، ب، ج... هي مصغر لسلسلة توازيها في الطبقة السفلية، هذه السلسلة الموازية تتكون من أنواع، مجردة، خاصة هي أ،

ب،... وهي التي تظهر في عالم الظواهر على هيئة أ. ب. ج... كما قد تتكون السلسلة الموازية في الطبقة السفلية من بعض الأنواع المركبة التي قد نرمز إليها بالرموز أب، ب ج، أج،... وليس لها مقابلات مباشرة في عالم الظواهر، وقد تتسبب أ ب في أ أو في ب ولكنها لا تتسبب أبدًا في الاثنين، وهناك احتمال معين لظهور: أ وب فطبقة الحقيقة أغنى وأكثر تنوعًا من عالم الظواهر.

وبعد أن قام **ديراك** بدراسة رياضية معقدة، توصل إلى نظرية مصورة كاملة، أظهرت ميكانيكا المصفوفات Matrix (**هايزنبرغ**)، والميكانيكا الموجية (**لدي برولي**) (**وشرودنجر**) على أنها حالات خاصة من النظرية.

من هذا نرى أن النسق الذي تجرى عليه الأحداث كما تصفه نظرية (**ديراك**) هو بالضرورة نفس النسق الذي نصفه نظريات (**هايزنبرغ**) و(دي برولي) و(شرودنجر)، وعلى هذا فهو متفق مع ما نشاهده في الطبيعة تمامًا، ومن أهم ملامح نظرية (**ديراك**) أنها لا ترى أن الأحداث التي تقع في عالم الظواهر ترتبط بصورة ثابتة بالأحداث التي تجرى في الطبقة السفلية، فالأحداث المختلفة في تلك الطبقة قد تتسبب في ظواهر تسجلها مشاهداتنا على أنها متشابهة تمامًا فقد تكون الظاهرة نفسها في عالم المكان - الزمان مرتبطة بعدد من الأحوال المختلفة في الطبقة السفلية، لهذا فقد تبعها أحداث مختلفة والتجارب المتماثلة كما تسجل مشاهدتنا ليس من الضروري أن تؤدي إلى نتائج متطابقة، وطالما أخذنا الظواهر في اعتبارنا فعلينا منذ البداية أن نتخلى عن مبدأ اتساق الطبيعة، وعلى السببية أن تختفي من العالم الذي نراه.

ولكن السببية لا تختفي تمامًا من العالم البعيد عن تناولنا، فالمعادلات الرياضية لصورتي نظرية الكم الحديثة - الميكانيكا الموجية وميكانيكا المصفوفات حتمية وجبرية تمامًا، وعلى قدر ما تذهب إليه هذه المعادلات، يبدو مستقبل العالم وكأنه مجرد كشف للمستور، بحيث يعقب المستقبل الماضي على نمط واحد لا فكاك منه، ولكن هذا الكشف ليس كشفًا لمجرى الأحداث بل لمعرفتنا عنها، والسببية التي تختفي من الأحداث نفسها تعود للظهور في معرفتنا عن الأحداث، فإذا كان من المستحيل أن نتخطى معرفتنا عن الأحداث لنصل إلى الأحداث نفسها، فلن نعرف أبدا إن كانت السببية تحكم الأحداث أم لا؟ والاعتبارات التي ذكرناها تفترض أن مجرد مناقشة السؤال عبث بلا معنى.

الفصل السّابع

بعض مشكلات الفلسفة

الآن وقد اختتمنا موجزنا عن اكتشافات علم الطبيعة الحديث، نعود فنتعرض للطريقة التي تؤثر بها هذه الاكتشافات في المشكلات العملية للفلسفة وفي الحياة اليومية، ولنبدأ أولاً بتلخيص وإعادة عرض النتائج التي توصلنا إليها في مناقشتنا العلمية.

مكتبة
t.me/soramnqraa

تلخيص:

نحن آدميون ولسنا مجرد حيوانات، لذا نحاول بقدر الإمكان أن نستكشف العالم الذي نقضي فيه أعمارنا، وقد رأينا أنه لا يوجد سوى منهج واحد فقط لاكتساب مثل هذه المعرفة - هو منهج العلم، وهو ببساطة استجواب مباشر للطبيعة بالمشاهدة والتجربة.

وأول ما نتعلمه من هذا الاستجواب هو أن العالم يخضع للمنطق، فأحداثه لا تحكمها النزوات بل القانون، ففيه ما أطلقنا عليه اسم ونسق الأحداث،، والهدف الأولى للعلوم الطبيعي هو اكتشاف هذا النسق، وهو كما رأينا لا يمكن وصفه إلا بالمصطلحات الرياضية.

قدمت لنا **نظرية الكم** الحديثة التي شرحناها في الفصل السابق وصفة رياضيا لنسق الأحداث، نعتقد أنه كامل ومثالي، فهو يمكننا - من حيث المبدأ على الأقل - من التنبؤ بكل ظاهرة ممكنة في الفيزياء، ولم يثبت حتى الآن أن خابت إحدى التنبؤات حتى أنه ليصح أن نقول إن الفيزياء النظرية حققت الغرض الأساسي لوجودها، وأنه لم يبق إلا الانشغال بالتفاصيل.

ولكننا لا نرجو فقط أن نتنبأ بالظواهر، بل أيضا أن نتفهمها، لذا ليس من المفاجئ أن الفلسفة والعلم قد التقيا في عدم الاكتفاء بالوصف

الرياضي، وأنها حاولا أن يلحقا بالرموز الرياضية مدلولات ملموسة - لكي يستبدلا الكليات المستعصية على الفهم بجزئيات قابلة للفهم، وقد نحتج بأنه إذا كان هناك نسق، فلابد من وجود الأداة التي تمكننا من الاستمرار في النسج على منواله، ونريد أن نعرف ما هي هذه الأداة؟ وكيف تعمل؟ ولماذا تعمل بكيفية معينة بدلا من غيرها؟

فكر علماء الطبيعة في القرن الماضي أن أحد الاهتمامات الأساسية للعلم هو تصميم نماذج أو رسم صور توضح كيفية عمل هذه الأداة، وكان من المفترض أن النموذج الذي يتكرر في كل ظواهر العلم، والذي يمكننا بذلك من التنبؤ بها كلها، لابد على نحو ما أن ينطبق على الحقيقة الواقعة من خلف الظواهر، ولكن هذا خطأ بين الوضوح، فبعد أن يكتشف نموذج مثالي، قد يظهر آخر له نفس القدر من الكمال، ولأن النموذجين معًا لا يمكنها أن ينطبقا على الحقيقة، لذا لا يمكننا أبدا أن نتأكد من أن أي نموذج بمفرده ينطبق على الحقيقة، وباختصار ليس في وسعنا أن نملك معرفة مؤكدة عن جوهر الحقيقة.

تعرف الآن أنه لا ضرر من أي نموذج كامل يظهر وإن كان من النوع الذي تستطيع عقولنا أن تفهمه، لأن النموذج أو الصورة سوف يكون مفهومًا لنا إذا كان مصنوعًا من أفكار موجودة بالفعل في عقولنا، ومن ضمن هذه الأفكار نجد أن بعضها مثل أفكار الرياضيات المجردة ليس لها علاقة خاصة بعالمنا الذي تعيش فيه، فالأفكار التي لها علاقة به لابد أن تكون دخلت عقولنا من خلال الحواس وقد تناولنا ذلك من قبل، وهي

مقيدة بكوننا لا نملك سوى خمس. حواس، ولا يهمنا في غرضنا الحالي منها سوى حاستين.

وبالبحث المفصل في مصادر أفكارنا رأينا أنه لا يوجد سوى نوع واحد من النماذج أو الأفكار التي يمكن لعقولنا المحدودة أن تفهمها، هو ذلك الذي يتكلم بلغة الميكانيكا، إلا أن مراجعة الفيزياء الحديثة أظهرت لنا أن كل المحاولات لوضع نماذج أو صور ميكانيكية قد فشلت ولابد أن تفشل، لأن أي نموذج أو صورة ميكانيكية لابد أن يمثل الأشياء على أنها تقع في المكان والزمان

بينما اتضح مؤخرًا أن العمليات النهائية للطبيعة لا تقع في المكان والزمان ولا تسمح بالتمثيل فيها، وعلى هذا يكون فهم العمليات النهائية للطبيعة محرمة علينا إلى الأبد، فلن يمكننا أبدًا - ولو في الخيال - أن نفتح مظروف هذه الساعة لنرى كيف تتحرك تروسها، والهدف الصادق للدراسة العلمية لن يكون أبداً حقائق الطبيعة، بل مشاهداتنا الخاصة للطبيعة فحسب.

الصورة الجسمية والصورة الموجية:

بالرغم من عدم وجود صورة كاملة لأعمال الطبيعة تكون مفهومة لعقولنا، إلا أنه مازال في وسعنا أن نرسم صورة تمثل جوانب جزئية من الحقيقة في صورة يمكن تفهمها، والفيزياء الحديثة نضع أمامنا صورتين جزئيتين من هذا النوع - إحداهما في لغة الجهات والأخرى في لغة الموجات، ولا تستطيع أي واحدة منها أن تخبرنا بالحقيقة كاملة.

وبنفس الطريقة، يمكن للأطلس الجغرافي أن يحتوي على خريطتين لأفريقيا مرسومتين بمسقطين مختلفين: ولن يمثل أيهما الحقيقة كاملة، ولكنه سيمثل بصدق جانبًا منها، فسقط المساحات المتساوية مثلا يمثل المساحة النسبية لأي إقليمين بدقة، على حين يخطئ في تصوير شكلها على حين أن **مسقط مركاتور** Mercator يمثل الأشكال صحيحة، أما المساحات فلا تكون فيه صحيحة، ومادمنا لا نستطيع أن نرسم خرائطنا إلا على قطع مسطحة من الورقة، فلن نتجنب مثل هذه العيوب، فهي الثمن الذي ندفعه لتقيدنا برسم خرائط من النوع الذي يمكن وضعه في الأطالس.

والصورة التي نرسمها للطبيعة تظهر قصورًا مشابهًا، فهي الثمن الذي ندفعه لتقيدنا في رسم صورنا عن الطبيعة بالأنواع التي تتفهمها عقولنا، ولأننا لا نستطيع أن نرسم صورة واحدة مثالية، فإننا نصنع صورتين ناقصتين، ونتخير إحداهما أو الأخرى وفقا لرغبتنا في تحديد خاصية معينة بدقة، وتدلنا مشاهداتنا على الصورة الصحيحة التي تناسب غرضًا معينًا - فمثلاً نعرف أنه يجب استخدام الصورة الجسمية للتأثير الضوئي - الكهربائي، واستخدام الصورة الموجية لتأثيرات الاستضاءة، وهكذا.

ومع ذلك فبعض خواص الطبيعة أبعد في مداها وأعم من أن يمكن وصفها بدقة بواسطة صورة منفردة، وفي مثل هذه الحالات يجب أن نرجع للصورتين معًا، وهاتان أحيانًا تقدمان لنا معلومات مختلفة وغير منسقة، فأين - إذن - سنجد الحقيقة؟ مثلا هل الطبيعة محكومة بقوانين سببية أم لا؟ نجيب الصورة الجسيمية: لا فحركات جسيماتي يمكن فقط

مقارنتها بالقفزات العشوائية الحيوانات للكنغر، بدون قوانين سببية تحكم القفزات، أما الصورة الموجية فتقول: نعم، فعند كل لحظة تأتي موجاتي على نمط واحد ينتج عن حالتها السابقة وهي لهذا حتمية.

أو مرة ثانية، هل الحقيقة النهائية ذرية أم لا؟ تحدثنا الصورة الجسيمية عن عالم مادي حيث المادة والكهرباء والإشعاع تقع فقط على هيئة وحدات لا تنقسم، أما الصورة الموجية فتقول لنا ببساطة إنها لا تعرف أيا من هذه الأشياء.

يبدو أن الصورتين تقصان قصتين مختلفتين، ولكن يجب أن نتذكر أنهما ليسا على نفس القدر من الجدارة بالثقة، فالصورة الجسيمية تجسد اكتشافات **نظرية الكم** القديمة التي ناقشناها في الفصل الخامس، وقد ثبت أنها غير دقيقة وغير كاملة، لدرجة أن **نظرية الكم** الحديثة ظهرت للوجود العلاج عيوبها - وهي المهمة التي أدتها بنجاح، أما الصورة الموجية فهي ليست مجرد تمثيل تصويري **لنظرية الكم** الحديثة، بل هي أيضًا من حيث الحقائق الرياضية التي تتعلق بها. تعتبر مكافئتها بالضبط، وعلى هذه فتنبؤات الصورة الموجية لا يمكن إلا أن تكون صادقة، على حين أن تنبؤات الصورة الجسمية يمكن أن تصدق أو لا تصدق، وعندما ينشب نزاع فعلينا أن نتقبل الدليل الذي تقدمه الصورة الموجية، على حين قد نكون متأكدين من أن النزاع قد نشأ من بعض عيوب الصورة الجسمية، وفي الأمثلة التي ذكرناها ليس من الصعب أن نتبع المنشأ المحتمل للنزاع.

تبين القوانين الرياضية **لنظرية الكم** أن الطاقة المشعة تنتقل على هيئة كمات كاملة، ولكن عندما نصور حزمة من الضوء على هيئة وابل من

الفوتونات الشبيهة بالطلقات، فإن الصورة الجسيمة تجاوز بوضوح ما تسمح به الحقائق، إن رصيد أي إنسان في البنك يتغير دائما على هيئة عدد سليم من الجنيهات، ولكن هذا لا يبرر له أن يصور التغيرات في رصيده على أن السبب فيها هو تسرب للقروش المعدنية، فإن فعل هذا فقد يسأله ابنه ما الذي يحدد أي القروش بالذات سوف يسدد منها الإيجار، وقد يجيب الأب: إنها المصادفة البحتة - وهي إجابة حمقاء ولكنها لا تزيد في حمقها عن السؤال، وبنفس الطريقة إذا ارتكبنا الخطأ المبدئي بأن نصور الإشعاع كفوتونات متميزة، فسنضطر للرجوع إلى المصادفة البحتة للخروج من المأزق - وهذا هو الأصل في عدم التحديد الذي تتميز به الصورة الجسمية.

مثلا عندما تسقط حزمة من الضوء على مرآة نصف مفضضة ، تبين الصورة الجسمية أن نصف الفوتونات ترتد بفعل الطبقة المفضضة، في حين يمر النصف الآخر في طريقه بدون معوقات، ونتساءل على الفور: ما الذي يحكم انتقاء الفوتونات المحظوظة التي تمر؟ وهو سؤال واجه النظرية الجسمية للضوء التي وضعها (نيوتن)، وأجاب عليه بإشارة غامضة إلى سيطرة القدر - فقال إن جهاته د تتعرض لنوبات متبادلة من المرور السهل والانعكاس السهل، وبنفس الأسلوب إذا صورنا الإشعاع على أنه فوتونات متميزة فسنجد أنه ليس أمامنا إلا أصبع القدر لكي تقسم قطيع الفوتونات إلى أغنام وماعز، ولكن أصبع القدر ومعها الأغنام والماعز ما هي إلا تفصيلات مصورة، وما إن نعود إلى الصورة الموجية الأجدر بثقتنا حتى يسقط هذا الرداء التصويري من الصورة

بأكمله. ونجد أمامنا حتمية كاملة، ومع ذلك فهذه الحتمية كما رأينا لا تتحكم في الأحداث بل في معرفتنا عنها، بل تظهر أن عيوب معرفتنا في المستقبل تتبع بكيفية لا تتبدل عيوب معرفتنا الحاضرة.

وما يصدق على الإشعاع يصدق أيضا على الكهرباء، فنحن نعرف أن الكهرباء تنتقل دائما من مكان لآخر على هيئة وحدات كهربائية، ولكن هذا لا يبرر لنا استبدال تيار الكهرباء برشاش من الجهات المتميزة، وبالفعل تؤكد لنا **نظرية الكم** أنه لا ينبغي أن نفعل ذلك، فعندما تصطدم الكرتان (أ)، (ب) فوق منضدة بليارد، قد تذهب (أ) إلى اليمين، (ب) إلى اليسار، وكذلك عندما يصطدم الكترونان (أ)، (ب) فقد نتوقع أن يكون في استطاعتنا القول بأن (أ) ستذهب إلى اليمين، (ب) إلى اليسار، ولكنا بالفعل لا نستطيع ذلك، لأنه لا حق لنا في التعرف على الالكترونين اللذين كانا يتتجهان نحو التصادم على أنها الالكترونان اللذان خرجا منه، بل من الأصح أن نفكر في الالكترونين (أ) و(ب) اللذين اصطدما على أنها اتحدا ليصبحا قطرة من سائل كهربي تنكسر من جديد لينكون الكترونان جديدان (ج) و(د)، فإذا تساءلنا عن الطريق الذي ستسلكه (أ) بعد التصادم، فالجواب الصادق هو أن (أ) لم يعد له وجود، أما الجواب السطحي فهو أن هناك فرصة متكافئة أمام (أ) كي يذهب إما إلى اليمين أو إلى اليسار، فإنما هي قرعة نطابق بها بين (أ) و(ج) أو (د)، ولكن هذه القرعة ليست في الطبيعة بل هي في عقولنا.

ونرى من ذلك أن الصورة الجسمية تحط عندما تنسب عدم التحديد إلى الطبيعة، فهي ليست خاصية للطبيعة بل لطريقتنا في النظر

إلى الطبيعة، والصورة الجسمية تمعن في الخطأ عندما تلحق الذرية بمكونات العالم المادي، تستوى في ذلك المادة مع الإشعاع، فالذرية لا تكمن في هذه المكونات بل في الأحداث التي تؤثر فيها، ولنرجع إلى تشبيهنا السابق فنقول إن كل المبالغ المضافة إلى حساب البنك أو المسحوبة منه تكون من قروش حسابية كاملة، ولكنها لا تتكون من قروش معينة مبعثرة هنا أو هناك، فنحن نعرف المادة عن طريق. الطاقة أو الجهات التي تطلقها فقط، ولكن هذا لا يبرر لنا التسليم بأن المادة نفسها تتكون من ذرات سواء أكانت ذرات مادية أم ذرات من الطاقة؟ - فهذا يشبه التسليم بأن رصيدنا في البنك لابد أن يتكون من عمود من القروش المعدنية.

مبادئ فلسفية جديدة

رأينا أن مجهوداتنا لاكتشاف الجوهر الصادق للحقيقة مقضي عليها بالضرورة أن تفشل، حتى أننا إذا أردنا أن نتقدم فعلينا أن نتخذ هدف آخر وأن نستخدم مبادئ فلسفية جديدة لم نستخدمها حتى الآن، واثنان من هذه المبادئ يفرضان نفسها، الأول هو المبدأ الذي وصفه **لايبنتس** بالاستنتاج الاحتمالي probable reasoning، ففيه نتخلى عن البحث عن المعرفة الأكيدة، ونركز على أحد البدائل الموجودة أمامنا، لأنه يبدو أقرب للحقيقة، ولكن كيف لنا أن نقرر أي البدائل هو الأقرب للحقيقة؟ تعرض هذا السؤال لمناقشات كثيرة مؤخرًا، وعلى الأخص بواسطة. **جفريز** H.Jeffreys وبالنسبة لغرضنا يكفينا أن نركن إلى ما قد يسمى

بالمصادرة على البساطة simplicity postulate، وهي تؤكد أنه من بين أي بديلين فغالبًا ما يكون أبسطهما هو الأقرب من الحقيقة.

ولنحاول أن نمثل لهذين المبدأين بعرض تشبيه بسيط وإن كان متكلفًا للغاية فلنتخيل أنه في مركز أوربا يعيش فلاح لم ير البحر أو يسمع عنه، ولا يمكنه حتى أن يقرأ عنه، ولكنه يملك جهازًا لاسلكيا على قدر هائل من الكمال، يمكنه أن يلتقط الرسائل من أي سفينة في العالم، ولنفرض أن كل سفينة تبعث بموقعها في شكل موحد مثل هذا.

«الملكة ماري» ، + 10′ 41°، −26′ 72°

وهذا يعني أنه في لحظة التحدث تكون السفينة (الملكة ماري) عند خط العرض 41 درجة و10 دقائق شمالاً وخط الطول 72 درجه و29 دقيقة غربًا. في بادئ الأمر قد يكتفي بتسلية نفسه بأن يستمع إلى مختلف الرسائل، ولكن بعد فترة يأخذ في تسجيلها، ولو كان صاحب عقلية ميالة للبحث فقد يحاول أن يكتشف قدرة من المنهج أو النظام فيها، فيلاحظ على الفور أن كل خطوط العرض تقع بين +90° و− 90°، وأن كل خطوط الطول تقع بين + 180° و− 180°، فإن حاول بعد ذلك أن يرسم هذه الأرقام على ورقة مربعة فسيجد أن المواقع المتابعة للسفينة الواحدة تشكل سلسلة متصلة، وقد يبدأ في تركيب صورة ذهنية لنفسه بأن يفكر في مرسلي الرسائل على أنهم أشياء متحركة، وعندها سيجد أن كل شيء مما افترضه يتحرك تقريبًا بمعدل منتظم فوق خريطته، برغم أن هذا القانون ليس دقيقًا ولا كليًا، فإن إحدى السفن قد تتحرك من خط الطول + 170° إلى + 174° في أحد الأيام، ثم إلى + 178° في اليوم

التالي، ولكنها في اليوم الثالث قد تتحرك إلى – 178°، فتقوم برحلة ظاهرة تقطع فيها 356°، وأيضا قد تحرك إحدى السفن بمعدل منتظم تقطع فيه 4° في اليوم عندما يكون خط عرضها قريبًا من صفر، ولكن هذه الحركة اليومية سوف تزداد بازدياد خط العرض، وقد يرتفع المعدل فجأة متخطيًا كل الحدود باقتراب خط العرض من 90°.

فإذا نجح مستمعنا في صياغة قوانين دقيقة، بالرغم من الطبيعة الغريبة الحركات السفن، فإنه سيتمكن من التنبؤ بهذه الحركات، أو لنكن أدق، سيتمكن بدون أن يسلم بأنه يتعامل مع حركات أو سفن من التنبؤ بها سيسمعه عندما يشغل جهاز اللاسلكي، أي سيمكنه أن يتنبأ بنتيجة كل تجربة يستطيع القيام بها مادامت التجربة الوحيدة في مقدوره هي أن يدير زر الجهاز وأن يستمع.

وأولئك الذين يقنعون بتصور وضعي لأهداف العلم سيشعرون أنه في وضع مناسب تمامًا، لقد اكتشف نسق الأحداث وبهذا يمكنه التنبؤ بها بدقة، فماذا يريد زيادة على ذلك؟ إن أي صورة ذهنية ستكون ترفا إضافيا بل هي ترف لا فائدة منه، لأن الصورة إن لم تحمل أي تشابه فسوف تكون غير مفهومة، لأننا نفترض أن هذا المستمع لا يستطيع أن يتخيل البحر أو السفن.

الاستنتاج الاحتمالي Probable Reasoning

عند هذه النقطة، نلاحظ أن افتراض صدور الإشارات من أشياء متحركة هو افتراض ظني، بمعنى عدم وجود ما يدفع إليه في المشاهدة

- فـن طبيعـة الحالة يكون محظورة على المستمع أن يعـرف إن كان مصدر الإشـارات أشـياء متحركـة أم لا. فهـذا يعـبر عـن إمكانية لا عـن معرفة أكيـدة، ولا يمكـن إطلاقًـا أن نثبت حقيقتـه، وفي العلـم الحقيقي كذلك لا يمكـن إطلاقًـا أن نثبت صدق فـرض ظني، لأنه إذا فندته مشـاهدات المسـتقبل فسـنعرف خطأه، أما إذا أكدته مشـاهدات المستقبل فلن نتمكن إطلاقـا مـن أن نقول إنه صحيح، لأنه سـيظل دائما تحت رحمة اكتشـافات اضافيـة، والعلم الـذي يقيد مجاله بالربط بين الظواهـر لن يتعلم أي شيء إطلاقًـا عن الحقيقة القائمة من خلف الظواهـر، على حين أن العلم الذي يذهـب لأبعـد من هـذا مدخلاً قروضًا ظنيـة عن الحقيقة لـن يتمكن أبدأ من اكتسـاب معرفة أكيـدة إيجابية عن الحقيقة، وأيا كان الأسـلوب الذي ننتهجه، فهو أمر محرم علينا.

ومـع ذلك فالمعرفة الأكيـدة بعيدة بنفس القدر عـن متناولنا في غالبية مجـالات الحياة، والأغلب أننا لا نسـتطيع انتظار المعرفة الأكيدة، بل ننظم شئوننا على ضوء الاحتمالات، وليس هناك مبرر للامتناع عن تكرار ذلك في مجهوداتنـا لفهم الكون، بشرط أن نضع في أذهاننا أننا نناقش احتمالات لا تأكيدات.

والفيلسـوف يفعـل هـذا كغالبيتنـا، فأنـا أعي أفـكاري واحساسـاتي الخاصـة فقـط، حتى أني عـلى العكس لا أعـرف إلا أني قد أكـون الكائن الوحيـد الواعـي في الكون فإذا اخـترت على هذا الأسـاس أن أكون ذاتيًا بحتًا solipsist - أي شخصا يفترض أنه الكائن الوحيد الواعي في الكون بأكملـه - فلا شيء يمكـن أن يجزم بخطى، ولكن حواسي تخبرني بأشـياء

أخرى تبدو مشابهة لجسمي، يبدو عليها أنها تمارس إحساسات وأفكارًا مثلي، فأسلم وإن كان تسليمي على أساس من الاستنتاج الاحتمالي وحده، إن هذه الأشياء الأخرى هي كائنات تشبهني في جوهرها، أما إن رفضنا أن نقر بالاعتبارات الاحتمالية، فعلينا جميعا أن نكون من أصحاب مذهب الذاتية البحتة، فإن سارت الأمور على هذا النحو، فإن أصحاب هذا المذهب الحقيقيين الممكن وجودهم سيبقون في عزلة تامة.

وعالم الفيزياء يعتمد أيضًا على اعتبارات احتمالية في كل يوم من حياته، فهو يقيس الأطوال الموجية لخطوط الطيف في الضوء المنبعث من الشعرى اليمانية، ويجد أنه مماثل لما يعرفه عن الضوء المنبعث من الهيدروجين عند درجة حرارة 10,000° درجة مئوية، فيستنتج بدون لغو أن في الشعرى اليمانية ذرات هيدروجين عند درجة حرارة 10,000° درجة مئوية، وليس ولن يكون هناك دليل على هذا لأننا لن نتمكن أبدا من الذهاب إلى الشعرى اليمانية لنكتشف ذلك، ولكن الاحتمالات المضادة لأن يكون هذا الاتفاق مجرد مصادفة احتمالات هائلة لدرجة أن الفيزيائي يجد لنفسه ما يبرر رفض هذه الإمكانية، فيعلن أن هذا الجزء من ضوء الشعرى اليمانية بصدر من هيدروجين عند درجة حرارة 10,000° درجة مئوية وفي هذين المثالين، فالفيلسوف والفيزيائي كلاهما يقودهما الاستنتاج الاحتمالي لا الاستدلالات الأكيدة، ولو أن المستمع لجهاز اللاسلكي الذي ذكرناه أباح لنفسه أن ينقاد خلف اعتبارات مشابهة، فلعله يقرر مبدئيا أن إشاراته تأتي من أشياء متحركة، وهذه الفكرة قد تقوده إلى التفكير في أن يلصق الخطين + 180°، - 180° - محولا خريطته المسطحة إلى أسطوانة، وهذا يبسط

الموقف جدا، لأنه يبدو الآن أكثر الأشياء طبيعية في العالم أن سلسلة من القراءات على فترات متساوية من الزمن تقرأ هكذا 170°، 174°، 178°، – 178°،... إلخ، ولكنه مازال يواجه غرابة كون أشيائه المتحركة تقطع خطوط طولية في اليوم عند خطوط العرض الكبيرة أكثر مما تفعل عند الصغيرة، وبقليل من الإبداع قد يفكر في تطبيق نهايتي الأسطوانة جاعلاً خطوط الطول تصغر عند خطوط العرض الكبيرة، وفي النهاية عندما يجرب أن يستبدل أسطوانته بكرة سوف يجد قوانينه تتخذ شكلا بسيطة بدرجة هائلة وقد اختفت منها كل غرابة، فكل سفينة تتبع أقصر المسارات من نقطة الأخرى، وتقطع رحلتها بسرعة منتظمة.

وحتى القوانين الأولى **كانت** قوانين صادقة، لأنها مكنت المستمع من التنبؤ بدقة، ولكنها لم تكن بسيطة لأن مكتشفها عبر عنها فوق خلفية سيئة، وبمجرد انتقاله من خلفية الأخرى – من مسقط مستطيل إلى سطح كروي – تغيرت القوانين من كونها غريبة وإن **كانت** صادقة إلى قوانين بسيطة وصادقة، ولهذا السبب بالذات سيعتبر غالبية الناس أن المجموعة الثانية من القوانين أفضل، وبدون أن نعزو إلى، مصمم الكون، صفة لم يزل بها سلطان نشعر بأن القوانين الأبسط أقرب بكيفية ما للحقيقة التي لن يمكننا أبدًا أن نفهمها، فهي أفضل من القوانين المعقدة والغريبة – أو باختصار إن الاصطناع يأتي من الإنسان لا من الطبيعة، وفي المثال الذي تناولناه للتو، فمن الأصدق بالتأكيد أن نصور سطح الأرض كرويًا من أن نصوره مسطحة.

وكذلك في المشكلات الحقيقية للعلم، بصدق كما لاحظ **ألبرت أينشتاين** أنه:

وعند كل تقدم هام يجد عالم الطبيعة أن القوانين الأساسية بسط أكثر وأكثر بتقدم البحث التجريبي، وهو يندهش عندما يلاحظ كيف ينشأ النظام الاسمي مما ظهر من قبل وكأنه الفوضى، وهو ما لا يمكن أن نسبه إلى أسلوب عمل عقله الذاتي بل يرجع إلى خاصية تكمن في عالم الإدراك الحسي.

وهذا لا يبين فقط أن عقولنا متناسقة بكيفية ما مع طريقة عمل الطبيعة - وهو تناسق قارنه **ألبرت أينشتاين** بالتناسق الأزلي لـ **لايبنتس** سابقًا. - بل أيضا أن إستقصاءاتنا للطبيعة تسلك الطريق الصحيح، ويبين كذلك أن البساطة الكامنة في الطبيعة هي من النوع الذي تحكم (عقولنا) عليه بأنه بسيط، ومن المحتمل فعلا أن تفوتنا ملاحظة أي نوع آخر من البساطة.

المصادرة على البساطة The Simplicity postulate

وهذا يفرض علينا إدخال مبدأ آخر، إن لم ندخله إلى أسلوب الاستقصاء العلمي فعلى الأقل إلى ممارسة المناقشة الفلسفية، هذا المبدأ هو مبدأ البساطة، فعندما تكون هناك إمكانية لقيام فرضيتين ظنيتين، فنحن نختار منها مبدئيًا ما تحكم عقولنا بأنها الأبسط، على افتراض أنها أدعى لأن تقودنا نحو الحقيقة، وهو يتضمن كحالة خاصة مبدأ أوكام القائل بأن: «الموجودات لا تتكاثر إلا بالضرورة».

Occam's razor-entia non multiplicanda praeter necessitatem.

وليس هناك بالطبع معيار مطلق نقضي به لأيها بأنه الأبسط، وكملجأ أخير لابد أن تكون هذه مسألة حكم خاص، وفي المثال الروائي الذي كنا

نتناوله لا مجال هناك لأي شك، أما في التطبيق الفعلي للعلم فكانت هناك حالات اختلف فيها اثنان من الباحثين على أي الفرضيتين تعد الأبسط، مثل نظريتي السائل الواحد والسائلين عن الكهرباء.

وتاريخ العلم يقدم أمثلة كثيرة لمواقف شبيهة بذلك، فإذا بدأنا بأبرزها وهو النظام المشهور عن المدارات وأفلاك التداوير الذي وضعه بطليموس ptolemy وخلفاؤه العرب والذي مكنهم من التنبؤ بمواضع الكواكب في المستقبل بدقة تكاد تكون كاملة، ففي البداية افترضوا أن الشمس والقمر والنجوم تدور حول الأرض الثابتة في المركز، على حين تدور الكواكب حول مراكز أخرى تدور هي الأخرى حول الأرض، وسرعان ما وجدوا أن هذا لا يتفق مع الحقائق بدقة، واضطروا لتغيير المدارات قليلاً إلى مدارات مختلفة المراكز - ولم تعد الأرض ولا المراكز المتحركة في موضع المركز تمامًا بالنسبة للمدارات الموصوفة من حولها، وأخيرا عندما تجمعت لديهم معارف أدق عن حركات الكواكب ركبوا فلك تدوير -- فوق فلك تدوير حتى أصبح النظام بأكمله معقدًا بدرجة هائلة.

وفعلاً شعر كثيرون أنه أعقد من أن يتفق مع الحقائق النهائية، ففي القرن الثالث عشر أثر عن ألفونسو العاشر ملك قشطالة Alphonso of Castile قوله: إنه إذا كانت السموات على هذا النحو المعقد في الحقيقة. فلعله كان أعطى الإله نصيحة طيبة لو أنه استشاره عند خلقها. وفي تاريخ لاحق فكر كوبرنيكوس أيضا أن نظام بطليموس أعقد من أن يكون حقيقيًا، وبعد سنوات من التفكير والجهد، أوضح أن حركات الكواكب

يمكن أن توصف ببساطة أكبر بكثير إذا غيرنا خلفية هذه الحركات: لقد اتخذ بطليموس لنظامه أرضًا ثابتة، أما كوبرنيكوس فاستبدلها بشمس ثابتة، ونحن نعرف اليوم أنه لا الأرض ساكنة ولا الشمس بالمعنى الحقيقي للسكون، ولكننا نعرف كذلك لماذا يكون افتراض ثبات الشمس لا الأرض مصدرة لتعقيدات أقل، ولماذا أيضا يكون من الأقرب للحقيقة أن نقول إن الأرض تدور حول الشمس بدلا من أن نقول إن الشمس تدور حول الأرض.

ولعلنا نلاحظ أن كوبرنيكوس لم يزعم لفرضياته الصدق المطلق، وصرح بأنه ليست هناك حاجة لأن تكون حقيقية أو حتى مقنعة، بل يكفي لها أن توفق بين المشاهدات والحسابات.

«Neque enim necesse est, eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum, si calculum observa tionibus congruentem exhibeant».

وهذا يبدو وكأنه يبشر بمبادئ وضعية، ولعله كان مجرد محاولة لاسترضاء القراء من رجال الكنيسة والمتدينين الذين قد يرعبهم مضمون الفرضية الجديدة.

ومع ذلك اضطر كوبرنيكوس للاحتفاظ ببعض أفلاك التداوير الصغرى ليجعل نظامه متفقًا مع حقائق المشاهدة، وهي النتيجة الحتمية كما نعرف الآن لتسليمه بأن مدارات الكواكب دائرية: فلم يجرؤ هو أو أي شخص آخر على تحدى مبدأ **أرسطو** القائل بأن الكواكب لابد بالضرورة أن تتحرك في مدارات دائرية، باعتبار أن الدائرة هي المنحنى

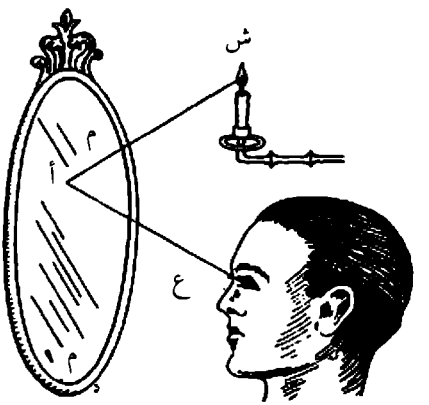
الوحيد الكامل، وبمجرد أن أتى كبلر Kepler بالمدارات البيضاوية بدلاً من دوائر كوبرنيكوس، رؤى أن أفلاك التداوير لا داعي لها، واتخذت نظرية حركات الكواكب شكلا فائق البساطة - وهو الشكل الذي قدر لها أن تحتفظ به لأكثر من ثلاثة قرون، حتى أدخلت عليها نظرية النسبية ل **ألبرت أينشتاين** قدرة أكبر من التبسيط، وهو ما سنتعرض له حالاً.

تقدم لنا النظرية المحدودة (أو الفيزيائية) للنسبية مثالاً ثانيًا لنفس الموضوع، فميكانيكا **نيوتن** بخلفيتها المعتمدة على المكان والزمان المطلقين تفسر حركة الأشياء بصورة حسنة مادامت سرعاتها لا تقارن بسرعة الضوء، ولكن كما أوضحت التجربة في النهاية لا يمكنها أن تشرح حركة الأشياء المتحركة بسرعة إلا مقابل إدخال تعقيدات شديدة، فالأشياء المتحركة بسرعة يجب أن تتقلص وتتخذ أشكالاً جديدة، على حين لم يفلح أحد في أن يخبرنا بما يحدث للأشياء التي تدور بسرعة، وأدخلت نظرية النسبية تبسيطًا هائلا على الموضوع بأكمله عندما ألغت المكان والزمان المطلقين اللذين أتي بها نوتن كخلفية للحركة، واستبدلت بها وحدة المكان - الزمان.

أما النظرية العامة (أو التجاذبية) للنسبية فتقدم لنا مثالاً أخاذًا لنفس الموضوع فنظرية **نيوتن** عن الجاذبية، والتي تتطلب من الكواكب أن تدور حول الشمس في مدارات بيضاوية، قدمت عرضًا ممتازًا لحركات الكواكب الخارجية، على حين فشلت مع الداخلية وبذلت محاولات لمعالجة هذا الفشل بإدخال تعديل طفيف على قانون **نيوتن** للجاذبية، فافترض أن الشمس محاطة بسحب من الغازات أو الأتربة تعوق الحركة الحرة للكواكب الداخلية كما فكروا في حلول أخرى متعددة، وبعد ذلك

جلت النظرية النسبية للجاذبية الموقف كله في ضربة واحدة، برفضها قوى التجاذب التي افترضها نيوتن بأكملها، بأن أدخلت فكرة الانحناءات على وحدة المكان - الزمان التي تصور عليها حركات الكواكب، ومرة ثانية كان التغيير من خلفية غير مناسبة إلى خلفية مناسبة، فالحركة الكلية للكواكب وغيرها من الأجسام، وكذلك أشعة الضوء يمكن الآن وصفها في عبارة بسيطة على أنها جميعا تصف جيوديسات أي تتخذ أقصر طريق ممكن من نقطة إلى نقطة - في وحدة المكان والزمان المنحنية الجديدة.

والتبسيط الذي أدخله هذا التغيير لم يكن هائلاً في حد ذاته فحسب، بل كان في نفس الخط مع تبسيطات سابقة، بنيت جميعها على فكرة طول المسار أو أي كمية مشابهة تتخذ أقصر قيمة ممكنة بالنسبة لها.



شكل «2»

وأول ما ظهر هذا المبدأ كان في علم البصريات، فإذا كانت شمعة تحترق عند (ش)، وعيني عند (ع) تنتظر إلى المرأة (م مَ)، فسوف يبدو لي أني أرى الشمعة عند نقطة في المرأة ولتكن (أ)، وهذا يبين أن أشعة

الضوء تنتقل عبر المسار (ش أ ع) من الشمعة إلى عيني وليس خلال طرق أخرى، لأنها إذا انتقلت عبر أي مسار آخر مثل (ش ب ع) أيضًا، فلابد أن يبدو لي أني أرى شمعتين عند كل من (أ)، (ب) وهو ما لا يحدث، لقد انشغل هيرو الإسكندري Hero of Alexandria بمشكلة اكتشاف ما يميز المسار (ش أ ع) بصفة خاصة والذي يسلكه الضوء بالفعل عن أي مسار آخر ممكن غيره مثل (ش ب ع)، الذي قد يسلكه الضوء ولكنه لا يسلكه، فوجد أن (ش أ ع) هو أقصر مسار من (ش) إلى (ع) يلمس المرأة في طريقه، وحتى إذا انعكس الضوء من مئات المرايا فمازال المسار يحكمه نفس المبدأ، إنه أقصر مسار يمكن إيجاده، وبحيث يلمس كل المرايا بالدور، ويمكن بدلاً من ذلك أن نصف المسار على أنه أسرع مسار من (ش) إلى (ع)، فالضوء يختار مساره وفقًا لمبدأ إضاعة أقل وقت ممكن في طريقه.

وأوضح **فيرمات** (1601 – 1665) أن هذا المبدأ الأخير مازال يتحكم في المسار عندما ينتقل الضوء عبر الماء أو الزجاج أو أي مادة أخرى كاسرًا للضوء، وعلى هذا فمن الصحيح تحت كل الظروف أن الضوء ينتقل دائمًا عبر أسرع طريق، وهذا يقدم لنا مثلاً آخر على البساطة الهائلة التي يشير إليها أينشاتين وبعدها فكر (**موبرتيوس** Maupertius) (1698 – 1759) في أن حركات الأشياء الملموسة لابد أن تتفق مع مبدأ مشابه لذلك، محتجة بأن الكمال الإلهي يتعارض وأي استهلاك الطاقة بواسطة الأجسام المتحركة، يزيد على الحد الأدنى المطلق الضروري لانتقالها من مكان لآخر، وبمرور الوقت وجد أن مثل هذا المبدأ يحكم حركة كل الأجسام

ذات الحجم الملموس - ألا وهو مبدأ وأقل أداء، Least Action وهذا المبدأ يحتوى على ميكانيكا نيوتن والميكانيكا الكلاسيكية كحالتين خاصتين، بحيث لا يشمل الأنشطة الميكانيكية وحدها، بل يشمل معها الأنشطة الكهربية والمغنطيسية، وخير ما بوضح لنا ذلك المبدأ هو التشبيه البسيط التالي:

عندما أستأجر سيارة تاكسي، فإن عداد التاكسي يحاسبني على التكاليف على أساس موضعي، وعلى أساس السرعة التي أنتقل بها، فعلى أن أدفع مبلغًا معينًا كل خمس دقائق عندما أكون متوقفًا داخل المدينة، ومبلغ آخر كل خمس دقائق عندما أنتقل بسرعة 15 ميلا في الساعة داخل المدينة، وضعف هذا المبلغ عندما انتقل بسرعة 30 ميلا في الساعة داخل المدينة، لتخيل الآن أن كل شيء يتحرك في الكون ملحق به عداد للتاكسي، بحسب التكاليف تبعا لكل من سرعة الحركة وموضع الشيء، ولتكن كل الأشياء متحركة لفترة معينة ولتكن ساعة، وفي نهاية الحركة نجمع كل التكاليف كما تبينها عدادات التاكسي، يخبرنا مبدأ وأقل أداء، أن الأشياء الفعلية في الطبيعة تختار مساراتها بحيث تجعل التكلفة الكلية كما تبينها كل عدادات التاكسي أقل ما يمكن -. فالطبيعة، التي ترفض بعناد أي تكاليف غير لازمة، تختار دائمًا أرخص الطرق.

لنفرض مثلا أن جسيمًا مفردًا يجب أن ينقل خلال فترة محددة من نقطة (أ) إلى نقطة أخرى (ب)، عبر منطقة تكون الظروف عندها موحدة بصفة مطلقة، وبحيث تكون تعريفة التاكسي موحدًا أيضا، ستكون أرخص

طريقة للقيام بالرحلة هي الانتقال في خط مستقيم تمامًا، بسرعة منتظمة تمامًا، وهو ما يدل عليه قانون **نيوتن** لحركة هذا الجسم، أو لنفرض أن كوكبًا عليه أن ينقل من موضعه الحالي إلى الموضع الموازي عند الناحية الأخرى من الشمس، سيكون أقصر الطرق هو المستقيم خلال مركز الشمس، ولكن التعريفة تكون باهظة في المجالات المغنطيسية الشديدة، لهذا فالتكاليف عبر هذا الطريق ستجعله ممنوعة، ونجد أنه يمكن تجنب هذه التكاليف الفادحة بسلوك مسار منحن حول الشمس، حتى إذا كان هذا يطيل الرحلة بعض الشيء، فإن ظل جزء من الطريق يمر قريبة من الشمس، فمن الأرخص أن يقطع هذا الجزء من المرحلة بسرعة عالية، حتى يقضي أقل وقت ممكن في منطقة التعريفة الباهظة، وسنحتاج للتحليل الرياضي الدقيق لنحسب بالضبط كيفية التوفيق بين المسار والسرعة لكي تختصر التكلفة الكلية إلى الحد الأدنى المطلق، وهو ما يخبرنا بوجوب أن يكون المسار بيضاويًا بحيث تشغل الشمس إحدى بؤرتيه، وهذا بالضبط هو المسار الذي تتطلبه ميكانيكا **نيوتن**، ولكننا نلاحظ أنه لم يعتمد في تخطيطه على تأثير (قوى) من النوع (**النيوتني**).

يقوم مبدأ وأقل أداء منطقيا وإلى حد ما زمنا كخلف مباشر لمبدأ (أقصر فترة) عند هيرو وفيرمات، ويأتي مبدأ (أقصر مسافة) أو الجيوديسات في المكان - الزمان المنحنى للنسبية فيتبع نفس السلسلة بوضوح، فهو يأتي بتبسيط كبير بتحوله إلى الخلفية الجديدة المكونة من المكان المنحنى - مثل تحول الخلفية عند مستمع الراديو الذي ذكرناه عندما تحول من مسقط مستطيل إلى سطح كروي منحن، وأن مبدأ وأقصر مسافة، مثل مبدأ

وأقصر فترة، ومبدأ وأقل أداء، يظهر ببساطة شديدة تفترض أننا نتصل عن قرب بالدلالة الصادقة للعمليات الطبيعية.

أما **نظرية الكم** القديمة فلم تظهر أي بساطة من هذا النوع، ولا حاجة لأن نشغل أنفسنا بها أكثر من ذلك، فقد اتضح أنها كانت مجرد هجين غير كاف بين الميكانيكا الكلاسيكية و**نظرية الكم** الحديثة، فهي في الحقيقة تعد المحاولة الأخيرة اليائسة لتمثيل الطبيعة فوق خلفية من الزمان والمكان.

في **نظرية الكم** الحديثة تظهر نفس البساطة واضحة تماما وبتنفس الصورة، وإلى الحد الذي يذهب الوصف الرياضي الشكلي إليه، فالنظرية تعتبر امتدادا أصيلا للميكانيكا النيوتينية القديمة، إلى حد أن نفس المعادلات الرياضية تصلح لوصف كليها ونخص بالذات المعادلات التلامسية التي تحدثنا عنها ، فهي بدورها تعبير عن مبدأ وأقل أداء.

. إلا أن المثيلات التصويرية التي يجب أن نعطيها لهذه المعادلات تختلف تمامًا في الحالتين، فالميكانيكا الكلاسيكية ظهرت للوجود في محاولة لوصف الحركات المستمرة للأشياء بتأثير الدفع والجذب، وهي فسر دائمًا بهذه الطريقة، أما ميكانيكا الكم الحديثة فمن المستحسن أن نفسرها على أنها وصف لحالات مطردة عندما لا توجد حركة أو تكون حالة الحركة لا تتغير، ومن حين لآخر كما رأينا نحدث قفزة من إحدى هذه الحالات المطردة إلى غيرها، وتوجه ميكانيكا الكم الحديثة عنايتها نحو قفزات من هذا النوع لا نحو التغيرات التدريجية، هل هذه القفزات هي نهاية المطاف؟ أو هل تفسح المجال في النهاية أمام نوع من الحركات المستمرة السريعة لا

نعرف عنه شيئا حتى الآن، الا بالمشاهدة ولا بالبحث النظري؟ لا يمكننا ببساطة أن نحكم على ذلك.

وتعود فنقول إن الاختلاف الأساسي بين الميكانيكا القديمة والحديثة هو اختلاف في الخلفية، فالميكانيكا الكلاسيكية ونظرية الكم القديمة سلا معا بأن العالم بأكمله موجود في الزمان والمكان، أما الميكانيكا الحديثة فهي ببساطة شديدة تعبر عن نفسها من خلال لغة تستخدم رموزًا تفسر أفضل تفسير عندما تتجاوز حدود المكان وقيود الزمان، وفي التعامل على المكان والزمان تدخل نظرية الكم الحديثة خلفية جديدة تأتي ببساطة هائلة وبهذا فمن المحتمل أنها تقترب بدرجة أكبر من الحقيقة النهائية، وفي الانتقال من الميكانيكا القديمة إلى الحديثة يظل الوصف الرياضي للنسق الذي تسير عليه الأحداث تقريبًا بدون تغيير، على حين يتغير التفسير الذي نعطيه للرموز تغير تامة.

بعد تاريخ الفيزياء النظرية سجلا لمحاولة إعطاء الصيغ الرياضية التي كانت صحيحة أو قريبة جدًا من الصحة رداء من التفسيرات الفيزيائية التي كانت غالبًا على خطأ شديد، فعندما اكتشف نيوتن قوانين الحركة لنظام ميكانيكي وهي قوانين صادقة (بصرف النظر عن بعض التحسينات البسيطة التي أضافتها نظرية النسبية)، اتجه العلم في مسار خاطئ لمدة قرنين عندما فسرها بمصطلحات القوى والمكان والزمان المطلقين، وحدث نفس الشيء مع قوة الجاذبية التي افترضها، كذلك عندما اكتشف القوانين الحقيقية لانتشار الضوء فسر على أنه انتشار للموجات في أثير افترضوا أنه يملأ الفضاء بأكمله، وهكذا وضع العلم في طريق خاطئ قدر عليه أن يسلكه حوالى قرنين.

والآن وقد بدأت الفلسفة تستفيد من نتائج العلم، لم يحدث هذا باستعارة الوصف الرياضي المجرد لنسق الأحداث، بل باستعارة الوصف التصويري السائد لهذا النسق، وعلى هذا فهي لم تكتسب معرفة مؤكدة بل مجرد تخمينات، هذه التخمينات كانت كافية لعالم المقاييس الإنسانية، والتي تقترب بنا من الجوهر الصادق للحقيقة.

أعقب هذا أن المناقشات الفلسفية القياسية لكثير من المشكلات مثل السببية وحرية الإرادة أو مشكلة المادية والذهنية، بنيت على تفسير لنسق الأحداث لم يعد مقبولاً، فقد اكتسح الأساس العلمي لهذه المناقشات القديمة، وباختفائها اختفت كل القضايا بالطريقة التي طرحت بها، والتي بدا أنها تتطلب قبول المادية والحتمية ورفض حرية الإرادة الإنسانية، وهذا لا يعني أن النتائج التي سبق التوصل إليها خاطئة بالضرورة، فمن الممكن أن تقودنا قضية سيئة إلى نتيجة حسنة، ولكنه يعني أن علينا مراجعة الموقف بأكمله من جديد، فكل شيء قد عاد لبوتقة الانصهار وعلينا أن نبدأ من جديد محاولين اكتشاف الحقيقة على أساس الفيزياء الحديثة، وبصرف النظر عن معرفتنا لنسق الأحداث، فليس أمامنا من الأدوات إلا مبدأ الاحتمالات ومبدأ البساطة.

الصورة الجديدة للفيزياء الحديثة

قد يكون من الأنسب أن نبدأ بالأشياء التي نملك عنها أوثق معرفة، ألا وهي أنفسنا وإحساساتنا، فهذه الإحساسات تأتي إلينا من خلال حواسنا، وأهم هذه الحواس هي حاسة الإبصار، فنحن نرى من خلال

تأثير الإشعاع على الشبكية، ويأتي الإشعاع على هيئة وحدات منفردة نسميها فوتونات، وتعمل أعضاء الإحساس الأخرى بطريقة مشابهة. بحيث تنشأ أصغر وحدات الإحساس عن وصول كمة منفردة من الطاقة من العالم الخارجي

ورأينا أن الفوتونات يمكن تمثيلها على أنها تنتقل في مكان ذي ثلاثة أبعاد. ولعلنا نطابق فورا بين هذا المكان والمكان الذي نألفه في حياتنا اليومية، لأن المكان عند الإنسان العادي يقصد به المكان الذي تنتقل خلال الفوتونات إلى عينيه، فهو المكان الذي يبدو له فيه أنه يرى الأشياء تلمع أو تعكس الضوء. تتحرك أو تقف ساكنة. وهو المكان الذي يقابل فيه أصدقاءه.

تنهي هذه الفوتونات رحلاتها بأن تسقط على أعيننا. مؤثرة بهذا في وعينا، ولكنها أبعد ما تكون عن المقذوفات التي تتساقط عشوائيًا، فإذا وقفنا في الخلاء في ليلة صافية، فسوف نجد أن بعض الاتجاهات في الفضاء تأتي منها الفوتونات في تيار مستمر، وأن بعضها لا تأتي منها فوتونات إطلاق. ومن خلال مثل هذه المشاهدات نستدل على وجود مصادر معينة مستديمة للفوتونات، أو بصورة أعم، مصادر مستديمة الإحساسات، نطلق عليها لقب المادة وهذا يقودنا إلى التسليم بوجود عالم من الفوتونات والمادة، موجود في المكان المألوف، وهو ما يصفه الشخص العادي بالعالم العادي، إلى هذا الحد فالعالم المادي ما هو إلا مجرد تركيب ذهني خاص بنا، فالمكان هو مكاننا الإدراكي الحس، ولعله لا وجود له بعيدا عن وعينا الذاتي، فإذا استغرقنا النوم، أو إذا توقفت حواسنا عن العمل

لأي سبب آخر لفترة من الزمن، فسوف تجد عند إفاقتنا مصادر جديدة للإحساسات من المعقول أن نطابق بينها وبين المصادر القديمة، فحجرة النوم التي أجدها في الصباح عندما أصحو مشابهة بالضبط للحجرة التي تركتها عندما استغرقني النوم، لدرجة أن القضية تصبح بسيطة بساطة هائلة عندما أسلم بأنها نفس الحجرة، وأنها ظلت موجودة طول الوقت.

ووفق المبدأ نفسه، يمكن التعرف في القمر والكواكب والنجوم خارج الحجرة على الأشياء التي تركتها عندما استغرقني النوم، برغم أن هؤلاء لم يعودوا في نفس مواضعهم، فعندما ندرس هذه التغيرات في المواضع. فسوف نجدها بالضبط مساوية لما قد يحدث إذا رسمت الأجسام جيوديسات في وحدة مكان - زمان منحنية من النوع الذي وصفناه من قبل، لقد ضمنا الآن مكسبًا هائلاً من البساطة بافتراض أن مكانًا - زمانًا منحنية ظل متواجدة في أثناء نومي، وأن الأجرام الفلكية **كانت** تتحرك فيه، وعلى هذا نستخلص بقدر كبير من الأحمال، أن وحدة المكان - الزمان والأشياء التي تصور فيها لا يمكن أن تكون مجرد تركيبات من صنع عقولنا المنفردة، بل لابد أن لها وجود مستقلاً، ومع ذلك فنحن نعرف أن المكان والزمان منفصلين ما هما إلا تجريدان نصنعها عقولنا المنفردة من وحدة المكان - الزمان، وهذا بالطبع لا يتعرض للسؤال الذي سترجع إليه فيما بعد وهو: هل المكان والزمان والعالم المادي من جوهر ذهني أو لا؟ فلعلهم تركيبات من صنع وعي أسمى من وعينا، وطالما وضعنا في الاعتبار إحساساتنا وحدها، فلا فرق بين أن نعتبر العالم تركيبة ذهنية أو أن ننظر

إليه على أن له وجودة خاصة مستقلا عن العقل - فالنقطة الجوهرية الآن هي أنه لا يمكن أن يكون تركيبة ذهنية خاصة بنا.

المظهر والحقيقة

يؤكد مبدأ المادية على أن المكان والزمان والعالم المادي يشكلون الحقيقة الكاملة، فقد اعتبر الوعي مجرد حدث ضئيل في تاريخ العالم المادي، فهو أقرب لأن يكون حادثًا عرضًا من نوع استثنائي، في الفوضى الناتجة عن الحركات العشوائية للفوتونات والالكترونات والمادة على وجه العموم، وفسر التفكير على أنه حركة ميكانيكية في المخ، والعاطفة على أنها حركة ميكانيكية في البدن، وجاء وقت بدا فيه أن العلم يدعم هذا المبدأ دعما قويا، فالوعي لم يكن يمارس إلا مقترنا بالمادة، فمن الواضح أن الحالة الذهنية لأي إنسان تتأثر بالطعام والشراب والعقاقير التي تعطى لجسمه، وفكر الكثيرون أنه من الممكن تفسير كل الأنشطة الذهنية على ضوء العمليات الجسمانية - الذهنية التي تحدث في جسم صاحبها، وفي الوقت نفسه كان علم الفلك يكتشف أن جزء تافها من الفضاء إلى حد لا يمكن تصوره هو الذي يسعه أن يهيئ وجودة الحياة من النوع الذي نعرفه، وبدا أنه من المستحيل أن يحتوى باقي الكون على أي شيء سوى المادة الجامدة غير الحية، وكان من الصعب تخيل أن للوعي هذه الأهمية الأساسية في مثل هذا العالم.

تقترح الفيزياء الحديثة أنه إلى جانب المادة والإشعاع اللذين يمكن تمثيلها في المكان والزمان المألوفين، لابد أن توجد مكونات أخرى لا يمكن تمثيلها بنفس الكيفية، وتلك المكونات حقيقية تماما مثل المكونات

المادية، ولكنها لا تستطيع أن تفتن حواسنا بطريقة مباشرة، وعلى هذا فالعالم المادي كما حددناه من قبل بشكل عالم المظهر بأكمله، ولكنه لا يشكل كل عالم الحقيقة، ولعلنا نفكر فيه على أنه يكون مقطعًا عرضيًا فحسب من عالم الحقيقة.

قد نصور عالم الحقيقة على أنه مجرى عميق متدفق، وعالم الظواهر على أنه سطحه الذي لا يمكننا أن نرى ما وراءه، والأحداث التي تقع في أعماق المجرى تقذف إلى أعلى بفقاقيع ودوامات تظهر على السطح، فهذه هي تحولات الطاقة والإشعاع التي تألفها في حياتنا المشتركة، والتي تؤثر على حواسنا ومن ثم تنشط عقولنا، ونحنها توجد مياه عميقة لا نعرفها إلا بالاستدلال، وهذه الفقاقيع والدوامات تظهر خصائص ذرية، ولكن ليس لدينا علم بأي ذرية موازية في التيارات السفلية.

هذه الثنائية من المظهر والحقيقة تتخلل تاريخ الفلسفة، وهي أيضا ترجع إلى **أفلاطون**، ففي تشبيه مشهور، صور **أفلاطون** البشر وكأنهم مقيدون بالسلاسل في كهف بحيث يمكنهم فقط أن ينظروا إلى الحائط الذي يصنع خلفية الكهف، فلا يمكنهم أن يروا الحياة النشطة في الخارج، بل الظلال فقط - أو الظواهر التي تلقي بها الأشياء وهي تتحرك في ضوء الشمس على جدران الكهف، فبالنسبة للأسرى في الكهف، تشكل الظلال عالم المظهر بأكمله - أو عالم الظواهر - أما عالم الحقيقة فيبقى إلى الأبد بعيدة عن مداركهم.

يتكون عالمنا الظاهري من أنشطة المادة والفوتونات، ومسرح هذا النشاط هو المكان والزمان، وعلى هذا فجدران الكهف أو السجن الذي

نعيش فيه هي المكان والزمان، وظلال الحقيقة التي نراها معروضة على الجدران بفعل ضوء الشمس في الخارج هي الجهات المادية التي نراها تتحرك فوق خلفية من المكان والزمان أما الحقيقة خارج الكهف التي تحدث هذه الظلال فهي خارج المكان والزمان.

اعتبر كثير من الفلاسفة عالم الظهور على أنه نوع من الوهم من قبيل ما تخترعه أو تختاره عقولنا، فهو من حيث وجوده في ذاته أقل من عالم الحقيقة الذي يقوم من تحته، والفيزياء الحديثة لا تؤكد هذا الرأي فهي ترى الظواهر جزء من العالم الحقيقي لا يقل أبدا عن الأسباب التي تحدثها فهي ببساطة تلك الأجزاء من العالم الحقيق التي تؤثر على حواسنا، على حين أن المكان والزمان اللذين تقع فيها الظواهر يعدان من نفس نوع الحقيقة كالطبقة السفلية التي تتحكم في حركاتها.. إن جدران الكهف والظلال حقيقة تماما كالأشياء الخارجية الموجودة في ضوء الشمس.

وكما بينت الفيزياء الحديثة، فإن كل الأنظمة الفيزيائية القديمة ابتداء من ميكانيكا **نيوتن** حتى **نظرية الكم** القديمة، ارتكبت نفس الغلطة، غلطة اعتبار أن المظهر هو الحقيقة، فقد قصرت اهتمامها على جدران الكهف، بدون أن تعي وجود حقيقة أعمق من خلفها، أما **نظرية الكم** الحديثة فقد بينت أنه علينا أن نغوص في الطبقة العميقة للحقيقة قبل أن تتمكن من فهم عالم المظهر، إلى درجة تسمح لنا بالتنبؤ بنتائج التجارب.

السبب في ذلك، أنه مهما كان ما يحدث في الحقيقة، فليس هناك ما يبرر أن تتغير الظلال على الحائط وفقا لقانون سببي، فقد توجد ترتيبات مختلفة متعددة للأشكال في ضوء الشمس بالخارج، تحدث كلها نفس المنظر

للظلال على الحائط، وهذه الترتيبات المتعددة سيتبعها ترتيبات جديدة لن تختلف فقط في حد ذاتها بل قد تحدث ظلالاً مختلفة على الحائط، وهو نفس ما يحدث في عالم المظهر، فالتجارب التي تتطابق تمامًا في عالم الظواهر قد تحدث نتائج مختلفة تمامًا، وبهذه الطريقة تختفى السببية من عالم الظواهر.

ولكنها تعود من جديد عندما نستكشف طبقة الحقيقة وإن كانت في زي جديد غريب، والسبب في هذا أنه ليس في متناولنا سوى فوتونات كاملة، وهذه تشكل مجسمات خشنة، لذلك لا يمكننا أبدًا أن نرى عالم الظواهر في وضوح أو تميز، سواء بحواسنا أو بأدواتنا، فبدلا من أن نرى جسيمات محددة بوضوح، وموضوعه في المكان بوضوح، وتقوم بحركات واضحة، بدلاً من ذلك لا نرى سوى مجموعة من اللطخات، وكأننا نشاهد شرائح على فانوس سحري غير مضبوط، وكما رأينا سابقًا فهذا وحده يكفي لإلغاء السببية الصارمة التي نشاهدها باستمرار في عالم الظواهر.

كل لطخة تمثل الكيان غير المعروف الذي تصفه الصورة الجسمية بالجسم، وقد تصور اللطخات على أنها اضطرابات إذا توفرت لنا مَجَسات مصقولة صقلاً لا نهائيًا، أو قد نعود فنفسر الموجات على أنها تمثلات للمعرفة - فهي لا تقدم لنا صورة لجيسم، بل لما نعرفه عن موضع وسرعة حركة الجسيم وعلى هذا تبدي موجات المعرفة حتمية كاملة، فهي في انتشارها تقدم لنا معرفة تنمو من معرفة، وعدم تحديد يتبع عدم تحديد وفقًا لقانون سببي صارم، ولكن هذا لا يفيدنا بشيء جديد، فلو أننا كنا نجد معرفة جديدة تظهر أمامنا من تلقاء نفسها، لا استنتاج من معرفة

سابقة، لكنا فوجئنا بأمر مدهش للغاية وله أهمية فلسفية عميقة، ولكننا لا نجد بالفعل إلا ما نتوقع حدوثه، وتبقى مشكلة السببية كما هي لا تتغير.

الذهنية أو المادية

إلى جانب ثنائية المظهر والحقيقة، يبدى كثير من الصور في العالم ثنائية أخرى، هي ثنائية العقل والمادة أو الجسم والنفس.

وهي أيضا على حد معرفتنا، بدأت ب**أفلاطون**، فقد رأينا كيف تتكون صورته عن العالم من صور توجد فقط في عقولنا، ومن موضوعات رأي **أفلاطون** أنها تعرض طبعة الصورة وبذا فهي تمثل خصائص الصور، واعتقد **أفلاطون** أن الصور على درجة من الحقيقة تعلو على الأشياء المادية التي تمثلها بحيث يكون العالم أولاً: عالم أفكار ثم ثانيًا: عالم أشياء مادية.

ثم رأينا كيف أن **ديكارت** بعدها بألفي عام، رسم للعالم صورة برز فيها العقل والمادة من جديد، ولكنهما كانا في هذه المرة متميزين تمامًا في جوهرهما إلى الحد الذي يمنع أيها من التأثير في الآخر.

وبعدها أتى الفلاسفة المثاليون، فأبقوا على تقسيم العالم إلى عقل ومادة، ولكنهم احتجوا بأن المادة ليس لها وجود قائم بذاته، فهي من نفس جوهر العقل، وهي لا توجد إلا كمخلوق للعقل، وبزعامة الأسقف **بركلي** Berkeley توصلوا إلى استنتاجاتهم من خلال قضية ذات شقين.

القضية الأولى للذهنية:

القضية الأولى من نوع تعرضنا له من قبل، فقد قسم **جاليليو**، و**ديكارت** و**لوك** وغيرهم صفات الأشياء والمواد إلى قسمين وصفها **لوك**

Locke بالصفات الأولية والثانوية، والصفات الثانوية هي التي تدرك بالحواس وعلى هذا فقد يختلف المدركون في تقريرها، أما الصفات الأولية فهي جوهرية بالنسبة للشيء أو المادة وعلى هذا فهي كامنة فيه سواء أدركتها الحواس أو لم تدركها.

ورأينا أن الفيزياء لا تؤيد مثل هذا التقسيم للصفات إلى أولية وثانوية، والتقى القائلون بالمثالية مع علماء الفيزياء في هذا، ولكن بينا اعتبر الفيزيائيون أن كل الصفات الفيزيائية أولية، بالمعنى الذي قصده لوك عندما قال:

(لا يمكن فصلها عن الجسم نهائيا مهما تكن حالته) احتج القائلون بالمثالية بأن الصفات كلها ثانوية حيث يجوز أن يختلف تقديرها باختلاف المدركين لها حسيًا، فقد تبدو زهرة قرمزية بالنسبة لشخص وأرجوانية لآخر، كذلك قد تبدو ساق السوسة صغيرة بالنسبة لإنسان على حين يبدو حجمها ملائمًا بالنسبة لصاحبتها وهكذا، لذلك احتجوا بأن اللون والحجم لا يمكن أن يعتبرا خصائص موضوعية للأشياء، فهما لا يكمنان في الأشياء نفسها بل في العقول التي تدرك الأشياء حسيًا، وإذا كان الشيء لا يخرج عن أنه مجموع صفاته، فعندما تكون جميع صفاته كامنة فقط في عقول تدركه حسيًا، فالشيء نفسه لابد أن يسلك نفس الأسلوب، أي أن الشيء باختصار يتكون من جوهر الأفكار، والوجود ما هو إلا كون الشيء مدركًا حسيًا بواسطة أحد العقول.

لـو كان الأمـر كذلك، لأصبـح أي شيء غير موجـود عندما لا يدركه أي عقل حسـيًا، ولكن كوكب بلوتـو كان بالتأكيد موجودًا، ويمكنه طبع صورتـه عـلى الألـواح الفوتوغرافية لعدة سـنوات من قبـل أن يخطر ببال أحد، وبالنسـبة لكل المظاهر فالأشـياء تسـير سـيرها المعتاد داخل الغرفة الخالية، فالنار تسـتمر في الاشتعال، والسـاعة تعين الوقت، وعندما نعود للغرفـة لا نجـد مبررًا للشـك في أن السـاعة والنار خرجا مـن الوجود في أثنـاء غيابنـا، وتغلب بركلي على مثل هذه الصعوبـات بافتراضه، أنه حتى إذا غـاب الشيء عـن الإدراك الحسي لأحد العقول البشرية لبعض الوقت فإنه يظل موجودة دائمًا من خلال إدراك العقل الإلهي له باسـتمرار، وعلى هذا أصبح العالم بأكمله فكرة في عقل الله.

ووجدنا من قبل ما يبرر للعلم ألا يؤيد القضايا التي تفترض أن الأشياء هي مجموع صفاتها الثانوية، والسبب في ذلك هو باختصار كما يلي:

مهما كانت مقدرة الزهرة الحمراء على إحداث إحسـاس بالاحمرار في عقل إنسان، فإن لها كذلك مقدرة على أن تعكس الضوء الأحمر سـواء وجـد يراهـا أو لم يوجد، وهـو أمر يسـهل إثباته باسـتعمال الفوتوغرافيـا، هـذه المقـدرة بـكل وضوح صفـة أوليـة لكونها لا يمكـن فصلهـا عن الجسـم مهما تكـن حالته.. ولا يمكـن القضية بركل أن تتعرض لهذا، إن قضية بركلي يصيبها الفشـل لأنه لم يتبين أن كل الصفـات ومـن بينهـا الاحمـرار تملك بالـضرورة مكونات أولية بالإضافة إلى مكوناتها الثانوية المزعومة، فهناك احمرار علمي موضوعي بالإضافة إلى الاحمرار الفلسفي الذاتي.

القضية الثانية للذهنية:

سار الخط الثاني للقضية على نحو ما يلي، عندما أسمع جرسًا، تكون مطرقة قد وجهت خبطة ميكانيكية إلى قطعة من المعدن وجعلتها تتذبذب، والذبذبات بدورها انتقلت إلى الهواء المحيط، فطبلة أذني، ثم إلى سلسلة من التركيبات الميكانيكية المعقدة والسوائل داخل أذني، والنتيجة أن سلسلة من التيارات الكهربية الدقيقة تصل في النهاية إلى مخي وتحدث تغيرات فيزيائية معينة هناك، هذه التغيرات ينتج عنها شيء ما يعبر الجسر الغامض بين الجسم والعقل منتجًا أحداثًا معينة في العقل على الجانب المقابل من الجسر، هذه الأحداث تصفها على أنها سماع الجرس، وهي فكرة ذهنية خالصة لأننا قد نمارس مثلها تمامًا في الحلم حيث لا وجود لأجراس تحدثها، واحتج بيركلي بأن النتائج لابد أن تكون من نفس جوهر أسبابها، فالنتيجة الميكانيكية يمكن تتبعها إلى سبب ميكانيكي وقس على هذا، أو لنجعل القضية أكثر تحديدًا، فهما كان ما يعبر الجسر بين العقل والجسم فلابد أن يكون من نفس الجوهر العام مثل سببه على أحد جانبي الجسر ومثل نتيجته على الجانب الآخر، وعلى هذا النحو دل بركلي على أنه إذا كانت النتائج على الجانب العقلي من جسر العقل والمادة ذهنية خالصة، فلابد أن تكون أسبابها على جانب الجسم هي أيضًا ذهنية خالصة، أو باختصار إذا كانت (1) فكرة والفكرة لا تماثل أي شيء سوى فكرة، لهذا لابد أن تكون (ب) فكرة، أو مجموعة من الأفكار والقضية - كما هو واضح - ذات حدين، ولها نفس القدر من الفعالية عند عكسها، لأنه إذا لزم أن تكون (ب) من نفس جوهر (ا)، فإنه يصح

تمامًا أن نحتج بأن (أ) لابد أن تكون من نفس جوهر (ب)، فإذا صارت (أ) مادية خالصة، فسوف تثبت القضية أن عملياتنا الذهنية لابد أن تكون مادية في جوهرها كما يزعم الماديون.

استطاع بركلي أن يرى جانب واحدًا من القضية، فقد أراد أن يخدم اللاهوت بالبرهنة على وجود الله، ومن قبله لم يتمكن **ديكارت** من رؤية أي من الجانبين، فقد زعم أن العقل والمادة مختلفان تمامًا، من واقع الخبرة لدرجة عدم وجود أي شيء مشترك بينهما، فقد رغب هو الآخر في أن يخدم اللاهوت بتثبيت حرية الإرادة، أما إذا تجاوزنا المضمونات اللاهوتية لقضية بركلي، فسوف يبدو أنها تقدم دلية صحيحة على أنه لابد من وجود شيء مشترك بين العقل والمادة، ويمكننا أن نرى مدى صحة ذلك إذا فكرنا في المضايق التي أرغم عليها **ديكارت** و**لايبنتس** عندما حاولا إثبات العكس. وفي زمن أحدث، عبر **بيرتراند راسل** عن نفس القضية بالكلمات الآتية: «طالما ظللنا نتمسك بالأفكار التقليدية عن العقل والمادة، فسوف نتقيد بوجهة نظر في الإدراك الحسي تجعل منه معجزة، فنحن نفترض أن عملية فيزيائية تبدأ من شيء مرئي، وتنتقل إلى العين حيث تتحول إلى عملية فيزيائية أخرى، فتحدث أيضًا عملية فيزيائية أخرى في العصب البصري وفي النهاية تحدث تأثيرًا ما في المخ، بحيث يتزامن مع رؤيتنا للشيء الذي بدأت منه العملية، فالرؤية أمر (ذهني) يختلف تمامًا في خصائصه عن العمليات الفيزيائية التي تسبقه وتصاحبه، وهو رأي شاذ جدًا لدرجة أن الميتافيزيقيين اخترعوا كل أنواع النظريات التي صممت لاستبداله بما هو أقرب للتصديق».....

"كل ما يمكننا مشاهدته مباشرة من العالم الفيزيائي يقع داخل رؤوسنا، ويتألف من أحداث وذهنية، بمعنى واحد على الأقل من معاني كلمة «ذهني» ويتألف كذلك من أحداث تشكل جانبًا من العالم الفيزيائي، والمعنى خلف وجهة النظر هذه سيصل بنا إلى استنتاج أن التمييز بين العقل والمادة وهم، والخامة الأولية التي يتكون منها العالم قد نعتبرها جسمانية أو ذهنية أو كليهما أو ما يخالفها كما نرغب، فالكلمات في الحقيقة لا تخدم أي غرض.

فإذا وافقنا على هذه القضية، فإن ثنائية **ديكارت** تسقط من الصورة كلية، والسؤال الوحيد الذي يتبقى أمامنا هو هل علينا أن نقول مع الماديين أن العقل مادي أو مع الذهنيين أن المادة ذهنية؟

مللت مكتبات بأكملها، كما يبدي **جيفريز** Jeffreys ملاحظاته اللاذعة، بما يتناول حججًا سيئة لكلا الجانبين، فقد شعر الماديون بثقة شديدة، تعود جزئيًا بسبب نجاح العلم، في وجود عالم خارجي مكون من ذرات صغيرة صلبة تتواجد وتتحرك في المكان والزمان، واستنتجوا أن العقل لابد أن يكون ماديًا، وأن الوعي هو نشاط لذرات صغيرة صلبة تتحرك في المكان والزمان، أما الآن فقد اختفت الذرات الصغيرة الصلبة من العلم، وأصبحنا نصور المادة على أنها تتكون في الأغلب من فضاء خال، ويبدو أن بعض الكتاب قد اعتبروا أن هذا يتضمن عواقب فلسفية بعيدة المدى وعلى الأخص أنه يحملنا في اتجاه الذهنية، وإن كان من الصعب أن نعرف لماذا؟ إن خبطة كرة الجولف ما زالت توجع كما **كانت** تمامًا، برغم معرفتنا أنها ليست أكثر من فضاء خال، لأننا ندرك

أن خواصها المادية من الصلابة والماسك لم تتلاشى وكل ما استجد أنها أصبحت تفسر بطريقة جديدة.

ومن ناحية أخرى، شعر الماديون بالثقة بسبب نجاح العلم، في أن مكان وزمان **نيوتن** المطلقين لهما وجود حقيقي قائم بذاته، ولكن نظرية النسبية الفيزيائية تشير الآن - بقدر كبير من الاحتمالية، وإن كان ذلك بدون تأكيد مطلق - إلى أن المكان والزمان لا يتواجدان منفصلين بذاتها، بل هما اختياران ذاتيان من وحدة مكان - زمان أوسع من كل منها بمفرده، واحتج بعض الكتاب بأن هذا أيضًا يتضمن انحراف نحو الذهنية، ومرة ثانية نقول: إنه من الصعب أن نبرر هذا فيها **كانت** درجة الحقيقة التي يمتلكها المكان والزمان في الفيزياء القديمة، فإنها لم تحذف من العالم، بل نقلت ببساطة إلى وحدة المكان - الزمان وهذا التركيب المشترك موضوعي بنفس الدرجة، ولعله أيضا حقيقي بنفس الدرجة التي اعتقدوها سابقًا في مكوناته من المكان والزمان منفصلين، فالمكونان ببساطة دخلا في شركة، بحيث ينظر إليها العلم الآن على أنهما كان واحد، وهو أمر لا يجعلها أقل حقيقة ولا أقرب إلى الذهنية عن ذي قبل.

وما زالت أمامنا اعتبارات أخرى، تواجهنا بها النظرية الفيزيائية للنسبية، فقد اعتقد الماديون أن المكان مملوء بجهات حقيقية، يؤثر أحدها في الآخر عن طريق قوى تكون كهربية أو مغنطيسية أو تجاذبية في طبيعتها، وهذه القوى توجه حركات الجهات فهي بذلك مسئولة عن كل نشاط في العالم، وكانوا يعتقدون بالطبع أن هذه القوي حقيقية تمامًا مثل الجهات التي تحركها. ولكن النظرية الفيزيائية للنسبية أظهرت الآن أن الكهربية أو

المغنطيسية ليست حقيقية على الإطلاق، فهي مجرد تركيبات ذهنية خاصة بنا ناشئة عن مجهوداتنا المضللة لكي نفهم حركات الجهات، ويصدق نفس الأمر على قوة الجذب **النيوتونية**، وعلى الطاقة، وكمية الحركة، وغيرها من المفاهيم التي أدخلت لكي تساعدنا في فهم أنشطة العالم - فن الثابت أنها كلها مجرد تركيبات ذهنية، ولا تصمد حتى لاختبار الموضوعية، وعندما يضطر الماديون لتحديد ما تبقى من العالم محتفظًا بماديته كما يزعمون، فلن يكون أمامهم إلا أن يقولوا المادة نفسها، أي أن فلسفتهم بأكملها ترتد إلى تحصيل حاصل، فمن الواضح تمامًا أن المادة لابد أن تكون مادية، ولكن كون جانب كبير مما جرت العادة على التفكير فيه على أن له وجودًا فيزيائيا موضوعيًا، وثبت الآن أنه يتكون فحسب من تركيبات ذهنية ذاتية، هذه الحقيقة بالتأكيد تعتبر انحيازًا صريحًا إلى مبدأ الذهنية.

بالإضافة إلى ذلك تأتي نظرية النسبية التجاذبية باعتبارات من نوع جديد إلى القضية، فهي تقدم مثلاً بارزًا على حقيقة الملحوظة العامة التي أبداها **ألبرت أينشتاين** من أنه كلما تقدم البحث التجريبي، تتجه القوانين الأساسية للطبيعة نحو البساطة بالتدريج، ومثلا يحدث في أقسام أخرى كثيرة للفيزياء، نجد أن هذه البساطة لا تكمن في الحقائق الفيزيائية ولا في تمثلاتها التصويرية، بل تكمن فحسب في الصيغ الرياضية التي تصف نسق الأحداث، وهذه تبدو بسيطة أمام عقولنا لأنه يجوز التعبير عنها باستخدام رياضيات من النوع الذي اعتدنا عليه بالطبيعة، ودرسناه للأهمية العقلية الخالصة التي وجدناها فيه قبل أن نتبين أنه من الممكن أن يساعدنا في فهم الطبيعة - أي باختصار لأنها يعبر عنها بالرياضات البحتة

لا التطبيقية، لذلك يجد عالم الرياضيات البحتة سهولة في تفسير الجاذبية وفق مصطلحاته أكثر من الميكانيكي أو المهندس، ولكن عالم الرياضيات البحتة بتعامل مع العالم الذهني على حين يتعامل الميكانيكي والمهندس مع العالم المادي، لهذا يبدو أن نظرية النسبية للجاذبية لارتباطها الوثيق بالرياضيات البحتة، يبدو أنها تتقدم بنا في الطريق المؤدي من المادية إلى الذهنية، ويجوز أن ينطبق القول نفسه على غالبية التطورات الحديثة في العلوم الفيزيائية.

وتضيف **نظرية الكم** الحديثة عوامل أخرى إلى الموقف، فقد رأينا كيف تعرض أمامنا الصورتين اللتين وصفناهما بالصورة الجوية والصورة الموجية.

فالصورة الجوية عندما تصور لنا الظواهر تكون محتوياتها نفس ما في الصورة المألوفة للعالم المادي، أي مادة وإشعاع يتواجدان ويتحركان في الزمان والمكان.

أما الصورة الموجية، فتحتوى على اضطرابات شبيهة بالأمواج، فمهما كان أي جسيم في حد ذاته، فلن نتمكن من معاملته على أنه نقطة، أما إذا أصررنا على تصويره بهذه الكيفية، فعندئذ سوف تدل الشدة النسبية للموجات على الملاءمة النسبية لافتراض وجود الجسم في النقط المختلفة من المكان.

ولكن الملاءمة تعد نسبية قياسًا على ماذا؟ الجواب هو: نسبية بالقياس إلى معرفتنا، فعندما لا نعرف أي شيء عن جسيم ما سوى أنه موجود،

فكل الأماكن ممكنة بالنسبة له، بحيث تنتشر موجاته بانتظام خلال المكان بأكمله، وبإجراء تجربة بعد الأخرى نستطيع أن نضيق من امتداد الموجات، ولكننا لن نتمكن أبدًا من اختصارها إلى نقطة، أو فعليًا إلى ما هو أقل من حد أدنى معين، فأدوات القياس المصقولة صقلاً خشنًا والتي نستعملها تحول دون ذلك، بحيث يتبقى دائمًا نطاق محدد من الاضطراب الموجي، والموجات في هذا النطاق تصور معرفتنا بعيوبها بدقة وبالتحديد.

على هذا فمحتويات الصورة الجسمية هي جسيمات توجد وتتحرك في مكان فيزيائي، أما محتويات الصورة الموجية فهي أبنية ذهنية توجد وتتحرك في أماكن تصورية.

محتويات الصورة الجسمية مادية على حين أن محتويات الصورة الموجية ذهنية.

وأول صورة موجية كاملة هي التي قدمتها ميكانيكا **نيوتن** مقترنة بنظريته الجوية عن الضوء، فقد افترضت الميكانيكا أن تلك المصادر الدائمة للإحساس التي نسميها مادة مكونة من جسيمات تتحرك في المكان الفيزيائي، في حين أضافت النظرية الجوية للضوء إلى ذلك أن الإشعاع الذي تتأثر به يتكون هو الآخر من جسيمات، وهذا النظام وجد أنه لا يقدم تعليلاً كافيًا لحقائق المشاهدة، ومضى الوقت استبدلت الصورة الجوية للضوء بالصورة الموجية الحالية، ونتج عن هذا توافق كامل مع حقائق المشاهدة التي تتناول الظواهر البصرية، ولكن إلى حين ظهور نظرية النسبية، لم يخطر ببال أحد أن محتويات هذه الصورة هي تركيبات ذهنية خالصة.

على هذا النحو ظلت الفيزياء تعتقد أنها تدرس طبيعة موضوعية موجودة بذاتها مستقلة عن العقل الذي يدركها حسيًا، وأنها كانت موجودة منذ الأزل سواء **كانت** مدركة حسيًا أم لا، هذا الاعتقاد هو الأرضية التي نشأ عليها مذهب المادية، ولعل الفيزياء **كانت** ستظل متمسكة بهذا الاعتقاد لو أن الالكترون الذي لاحظه الفيزيائيون تصرف كما كانوا يفترضون.

ولكنه لم يتصرف على هذا النحو، و**نظرية الكم** الحديثة أتت للوجود الإصلاح أوجه النقص القائمة، ووجدت ما نعتقد الآن أنه النسق الحقيقي للأحداث، بحيث تقوم الصورة الموجية بدور المثل التصويري، لقد تخلت الصورة الجسيمية عن مكانها بالفعل إلى الصورة الموجية، وبدا عندها أن الصورة الجسيمية للأداة يجب أيضًا أن تستبدل بصورة موجية، وكانت النتيجة اتفاق تام مع التجربة، وفي هذا التقدم نحو الحقيقة نلاحظ أن كل خطوة **كانت** من الجهات إلى الموجات، أو من المادي إلى الذهني، والصورة النهائية تتكون بأكملها من موجات، ومحتوياتها مى تركيبات ذهنية خالصة.

ويجب علينا أن نتذكر أن هذه الصورة ليست صورة للحقيقة، بل هي صورة نرسمها لتساعدنا على تخيل مجرى الأحداث في الحقيقة، وعلى هذا فليس مسموحًا لنا أن نحتج بأن الحقيقة مشابهة لمحتويات الصورة، برغم أن هناك تكهنًا أكيد بأن الاثنين ليسا مختلفين تمامًا في جوهرها، إن التمثل التصويري لا يوصلنا إلى صرح الحقيقة، بل إلى بوابتها وعلى هذا فعندما كان من المعتقد أن مجرى الأحداث يمكن فهمه أبسط ما يكون بلغة

القوى والنماذج الميكانيكية، فكرت الغالبية أن الصورة أو النموذج ينبغي أن تشابه الحقيقة وتسرعوا في استنتاج أن الحقيقة ميكانيكية في جوهرها، ومن قبل، عندما بدا مجرى الأحداث وكأنه محكوم بنزوات وأهواء الآلهة والمردة، كان من المسلم به أن الحقيقة لها نفس الجوهر، وقد رأينا كيف اعتقد **طاليس** أن كل الأشياء لابد أن تكون مملوءة بالآلهة، أما الآن ونحن نجد أن فهم مجرى الأحداث يكون أفضل ما يمكن بلغة موجات المعرفة، فهناك تكهن محدد برغم عدم وجود دليل مؤكد، بأن الحقيقة والمعرفة متشابهان في جوهرها، أو بعبارة أخرى، أن الحقيقة بأكملها ذهنية.

وبصرف النظر عن مثل هذه القضايا، فليس في استطاعتنا أن نعرف الجوهر الصادق للحقيقة، وغاية ما يمكننا قوله هو أن الأدلة المتراكمة من تطبيق مبدأ الاحتمالات على المعلومات المختلفة، تجعل الحقيقة تبدو أقرب إلى أن توصف بأنها ذهنية لا مادية.

وحتى إذا كان الكيانان اللذان وصفناهما الآن بالعقل والمادة من نفس الجوهر العام، فسوف يتبقى سؤال هو أي الاثنين هو الأساس؟ هل العقل مجرد ناتج جانبي عن المادة كما يدعي الماديون؟ أو هو كما ادعى **بركلي** الخالق والمتحكم في المادة؟

قبل أن نتناول البديل الثاني بجدية، لابد أن نجد حلاً لمشكلة كيفية استمرار الأشياء في الوجود، على حين لا يكون أي عقل انساني مدركًا لها إدراكًا حسيًا، فلابد كما يقول «إنها موجودة في عقل آخر»، وقد يرغب بعضهم في وصف هذا العقل مع **بركلي** على أنه عقل الله، في حين يساير غيرهم هيجل في أنه العقل الكلي أو العقل المطلق الذي يحتوي عقولنا

الفرديـة كلهـا، ولعل **نظريـة الكم** الحديثة تعطينا تلميـح لا غير عن كيفية إمكان هذا.

في الصـورة الجبريـة التي تصور عـالم الظواهر يكون كل جسـيم وكل فوتـون بمثابـة فـرد متميز يسـلك طريقه الخـاص، وعندمـا نتخطى هذه المرحلـة متجهين نحـو الحقيقة تصـل إلى الصورة الموجيـة، حيث لا تظل الفوتونـات أفـرادًا مسـتقلة، بـل أعضـاء في تنظيم واحـد أو في كل - هو حزمـة من الضـوء - تندمج فيـه فردياتهـا المنفصلة، لا بالمعنى السـطحي المشـابه لقولنا: إن شـخصًا قد تـاه في الزحام، بل بما يشـبه قولنا: إن قطرة المطـر قـد فقدت في البحر ويصـدق نفس الشيء عـلى الالكترونات، ففي الصـورة الموجيـة تفقد فردياتها المنفصلة وتصبح ببسـاطة أجـزاء من تيار مسـتمر من الكهربية، وفي كلتـا الحالتين يكون المكان والزمان مشـغولين بأفـراد متميزيـن، ولكن عندما نتجـاوز المكان والزمـان، منتقلين من عالم الظواهر إلى الحقيقة، فإن الفردية تستبدل بالجماعة.

ويبدو من الممكن تصور أن ما يصدق على الأشـياء المدركة حسـيًا قد يصدق أيضًـا على العقول التي تدركها، فمثلاً توجد صور موجية للضوء والكهربية، فلعل هناك صورة موازية بالنسبة للوعى، وعندما نرى أنفسنا في المـكان والزمان، فـن الواضح أن ما يمتلكه كل منـا من وعى هو ذلك الفرد المنفصل في الصورة الجسَـيمِية، ولكن عندما نتجاوز المكان والزمان فلعل تيارًا واحدًا مستمرًا من الحياة يتضمن ما نمتلكه منفردين من وعي، ولعل الحياة تشـابه الضوء والكهربية في اعتبار أن الظواهر هي أفراد لكل

منهـا وجود منفصل في المكان والزمان، وعندما نتعمق إلى الحقيقة القائمة مـن وراء المـكان والزمان فلعلنـا جميع أعضاء في جسـم واحد وباختصار ليسـت الفيزيـاء الحديثـة مضـادة كليـة المثاليـة موضوعيـة objective idealism كتلك التي نادى بها هيجل.

هـذه الثنائيـة الجديـدة التـي نجدهـا في الصورتين الجسـمية والموجية تذكرنـا مـن عدة نواح بالثنائيـة القديمة التي نادى بها **ديـكارت**، فلم تعد هناك ثنائية العقل والمادة، بل ثنائية الموجات والجهات، فيبدو أن الموجات والجسـيمات هـي الخلـف المبـاشر للعقـل والمـادة السـابقين وإن كان من الصعـب تبـين ذلك، فالموجـات تحل محل العقل والجسـيمات محـل المادة، وهـذان الطرفان من الثنائية الجديدة لا يعتـبران متضادين أو متعارضين، بل الأصح أن يعتبرا متكاملين، فلا حاجة لنا الآن بإنشاء آليات معقدة كما فعـل **ديكارت** و**لايبنتس** لكي نبقي على توافق الطرفين، حيث إن احدهما يتحكـم في الآخـر - فالموجـات تتحكـم في الجسـيمات، أو بالمصطلحات القديمة: الذهني يتحكم في المادي.

مكتبة
t.me/soramnqraa

مشكلة حرية الإرادة

رأينـا كيـف فـسر الماديـون الفكـر عـلى أنـه نشـاط ميكانيكـي للمخ والعاطفة على أنها نشـاط ميكانيكي للجسـد، وتخيلوا أنه إذا أمكن تقصى كل التغـيرات الفيزيائية والكيميائية التي تحدث في المخ والجسـم، لأمكننا ولو من حيث المبدأ أن نستدل على كل الخبرات الذهنية والعاطفة الخاصة

بالعقل الذي يصاحبها، فإذا كانت التغيرات المادية مرتبطة بسلسلة من الأسباب، فلابد أن تكون الخبرات الذهنية والعاطفية مترابطة أيضا وبنفس الأسلوب ولم يعد هناك مجال الحرية الإرادة.

ومع ذلك فقد وجدت مدرستان فكريتان - فالقائلون بالجبرية واعتقدوا أن كل الأحداث بما في ذلك الأفعال الإنسانية محكومة بقانون سببي وهي بهذا تخضع للأحداث والأفعال الماضية، ويدخل في ذلك أحداث الوراثة والبيئة والعادات المكتسبة، وما يشبهها «والمعارضون للجبرية» Indeterminists الذين اعتقدوا أن الأفعال الإنسانية ليست محكومة تماما بما حدث في الماضي، بل يمكننا في كل لحظة أن نمارس قدرة معينة من التوجيه نجيزه لأنفسنا.

ويرى المذهب الجبري أن في استطاعة الشخص الذي يملك معرفة وثيقة كافية عن طبيعة أي إنسان، وعن ماضيه، وعن الشخصية التي اكتسبها في الماضي أن يتنبأ تمامًا بأفعال ذلك الإنسان، ولو من حيث المبدأ، أما مذهب حرية الإرادة فلا يقر هذا، فأي إنسان يمكنه أن يخيب كل التوقعات بأن يختار أفعاله تبعا لأهوائه وهي بذلك اختبارات لا يمكن التنبؤ بها.

القائلون بالجبرية:

من الناحية العملية بعد كل الفلاسفة المحدثين من الطبقة الأولى - **كديكارت ولايبنتس ولوك وهيوم وكانت** وهيجل وميل وألكسندر وكثيرين غيرهم من أصحاب المذهب الجبري، بمعنى أنهم يقرون بقوة

الحجج التي يقدمها المذهب الجبري، ومع ذلك فإن كثيرًا منهم كانوا في الوقت نفسه من أصحاب مذهب اللاجبرية بمعنى أنهم حاولوا أن يوجدوا منفذا للتملص من هذه الحجج، وهم غالبًا مقتنعون بأن حريتنا الظاهرة من الأوهام، لذا فإن المنفذ الوحيد الذي أمكنهم أن يأملوا فيه هو إيجاد تفسير للكيفية التي نشأ بها هذا الوهم.

رأينا فيما سبق أنه قد يصح وصف **ديكارت** (**وكانت**) بأنها جبريان يحاولان أن يسقطا مذهبهما الجبري، في حين قد بحسن وصف لايبنتز **ولوك** وهموم بأنهم جبريون يحاولون تفسير مذهبهم الجبري، أما **سبينوزا** وميل وألكسندر فهم من غلاة الجبريين المتطرفين برغم أنهم مثل كثيرين من الجبريين الآخرين لم يكونوا دائما متسقين في مذهبهم الجبري.

فكر **لايبنتس** في أنه توجد دائمًا أسباب كافية في طبيعة وشخصية أي فرد منا تحدد لنا أي قرار قد نتخذه، وعلى هذا فلن نكون أحرارًا أبدا لأن أفعالنا في كل لحظة محكومة تمامًا بطبيعتنا التي أتت إلينا في الماضي، وبشخصيتنا التي **تكونت** في الماضي أيضًا، كما فكر **هيوم** أيضًا في أن قراراتنا محكومة دائمًا بشخصياتنا بحيث يحتاج اتخاذ القرار مخالف لأن تكون شخصية مختلفة، وفكر **لوك** أن قراراتنا مبنية على رغباتنا في الاستمتاع باللذة وتجنب الألم، وأنها لذلك محكومة بتقديرنا لكل من اللذة والألم المستقبلين - بالرغم من أن أحكامنا يجوز أن تكون على خطأ، واعتقد **سبينوزا** أن أفعالنا وخبراتنا يحكمها بالفعل نوع من الضرورة الرياضية وكأنها عجلة في آلة، ومع ذلك قد نشعر بأننا أحرار عندما نستمتع بأداء عمل تؤديه ونحن - في الحقيقة - مكرهون على أدائه، فالحجر المقذوف في الجو قد

يحسب نفسه حرًا كما يقول **سبينوزا** إذا استطاع أن ينسى اليد التي قذفته، أو لنوضح ذلك بمثال أقرب لم يقدمه سبينوزا، أعرف أني أختار شطائر المربي لأنني أشتهيها، وأشعر بأني حر في اختيارها لأني لا أحاول أن أفكر في أن اشتهائي لها هو النتيجة اللازمة لوراثتي وتنشئتي، ولما أنا عليه من حالة صحية وتمثيل غذائي للسكريات ولكل الأشياء التي ليس في مقدوري أن أغيرها في اللحظة الحالية، وأبدى هيجل ومن بعده بفترة ألكسندر آراء مماثلة لذلك، وفكر (**كانت**) في أننا نشعر بأنفسنا أحرارًا طالما بدت أفعالنا بالنسبة لنا عقلانية، فلو أني هبطت السلم جريًا بطريقة عقلانية لأرحب بأحد الأصدقاء، فسوف يبدو فعلي هذا حرًا، أما إذا هبطت السلم جريًا بطريقة غير عقلانية لخوفي من أحد الأشباح فسوف يبدو لي أني تصرفت مكرهًا، واعتقد (**جون ستيورات ميل**)، أن كل الأفعال الإنسانية جبرية لدرجة أن علم الاجتماع يمكن أن نجعله علمًا دقيقًا إلى حد الكمال بحيث نرى مستقبل أي مجتمع على أنه يتبع ماضيه في حتمية آلية ووفقا لقوانين لا تتبدل، وعندها أراد في عقلانية مميزة للجبريين المتطرفين، أراد لهذه القوانين أن تدرس بقصد تحسين مستقبل الجنس البشري.

ربما يعتبر الإنسان العادي البعيد عن الفلسفة أن الأنشطة الإنسانية تبلغ من التنوع والتداخل والتعقيد قدرة لا يسمح بتلخيصها في أي صيغة منفردة، إن فلسفته الخاصة ليست محددة تمامًا، ولكنها قد توصف بأنها تحكم بالجبرية على الآخرين وبالحرية على نفسه، ومع ذلك فهذه الحرية المفترضة تنطبق فقط على أفعاله الحاضرة لا الماضية، لأننا نرى ذواتنا في الماضي كأنها أشخاص أخرى، فالأمر كما يقول **هنري سيدجويك**

Henry Sidgwick: إننا دائمًا نفسر الأفعال الإرادية لكل الناس باستثناء أنفسنا على أساس أنها ترجع للشخصية والظروف، ونستدل عامة على الأفعال المستقبلية للأشخاص الذين نعرفهم من أفعالهم الماضية، فإن خابت تنبؤاتنا في أي من الأحوال، فإننا لا نرجع الاختلاف إلى التأثير المعاكس لحرية الإرادة، بل إلى عدم معرفتنا بشخصياتهم ودوافعهم بالقدر الكافي... بل إن أفعالنا الذاتية نفسها بصرف النظر عن شعورنا بحريتنا في أي لحظة وعدم تقيدنا بدوافعنا وظروفنا الحالية، وتحررنا من أوضاعنا السابقة، وشعورنا باختيارنا الإرادي، عندما ننظر إليها بعد انقضائها وسط بقية أفعالنا، فسوف تبدو فيها صلات السببية والتشابه مع باقي جوانب حياتنا، وطبيعي أن نفسرها كنتيجة لطبيعتنا وتعليمنا وظروفنا.

ليس هذا فحسب بل إن الحرية التي تزعمها لأنفسنا في الحاضر تكاد لا تميز من الجبرية التي تنسبها للآخرين، فنحن في العادة لا ندعى لأنفسنا حرية تتجاوز قدرتنا على فعل ما نرغب في القيام به، مما يعني ببساطة الخضوع لأقوى المؤثرات فهي حرية عاتق الميزان في الميل نحو الجانب الأثقل، إنها الحرية التي يتفق الفيلسوف والعالم على وصفها بالجبرية لأنها تتضمن أن المستقبل محدد تماما فهو ينشأ عن الماضي في ضرورة مشابهة للآلات.

قد يساعدنا ضرب أحد الأمثلة على توضيح ذلك، فلنفرض أن إنسانًا عادا تفكر في ماضيه وصرح بأنه لو عاد للشباب من جديد لاختار مهنة مختلفة، قد يصر على أنه سيكون حرًا في اختياره، ولكن ما يعنيه بذلك هو أنه لو اكتسب في الثامنة عشر من عمره المعرفة والخبرة عن الحياة التي

يملكها في الخمسين لكان تصرف على غير هذا النحو، وطبيعي أن يفعل هذا وأن نفعل نحن جميعا الشيء نفسه ولكن هذا ليس دليلاً على الحرية، لأن هذا الإنسان العادي إذا اضطر إلى الاختيار من جديد بنفس المعرفة والخبرة بالضبط التي تهيأت له في الثامنة عشرة، فسوف يراجع الموقف بنفس الطريقة التي راجعه بها من قبل، وستوضع نفس الاعتبارات في الحساب وسترجع نفس الكفة التي رجحت من قبل، وهو لن يزعم لنفسه حرية التصرف بدافع الروات الخالصة، بل حرية الانقياد إلى أقوى الدوافع، حرية التفاحة التي شاهدها نيوتن في السقوط نحو الأرض بدلا من الاتجاه نحو القمر لأن الأرض جذبتها بقوة أكبر من القمر، وليست هذه حرية من أي نوع، إنها جبرية خالصة فكما قال هيوم، لو أنه اتخذ قرارًا مختلفة لوجب أن يكون إنسانًا مختلفة.

ولعله يزعم لنفسه حرية الاختيار في الأمور التافهة مثلا هل سيطلب قهوة سادة أو ممزوجة باللين، ربما كانت عادته أن يطلب قهوة سادة وإن كان في أحيان نادرة يطليها ممزوجة باللين، فربما يتخيل أنه في مثل هذه الأمور التافهة كان اختياره بعيدًا تمامًا عن الجبرية، ولكن عالم النفس سوف يخبره أنه حتى في ذلك، فليس في وسعه إلا الخضوع لأقوى الدوافع مهما كانت هذه الدوافع ضعيفة، فعندما اختار على غير العادة، ربما كان عقله بعيدًا عن الطعام والشراب، مستغرقًا في صفحات كتاب ينظر إليه حتى أنه عندما أوجب عليه الذوق أن يختار اختار ببساطة اللون الذي اقترحته عليه صفحات الكتاب، أو لعله شعر بكراهية مؤقتة غير مقصودة للأسود والسواد من خلال الربط بشيء آخر كالحداد أو الجنازة، فهناك مالا نهاية

لـه من الاحتمالات وأمر واحد مستحيل، هو أنـه اختار (الأبيض) بدافع نـزوة عارضـة، بدون أن يقـوده أي دافع في ذهنه، فوجـود اللبن في قهوته بعد دقيقتين سـيكون نتيجـة مباشرة لحالة عقله الآن تمامًـا كتأكدنا من أن حالـة الكون المادي بعد دقيقتين سـتكون - وفق المذهب الجبري - نتيجة مباشرة لحالته الآن.

وبرغـم أن هـذا الإنسـان العـادي قد يحتـج أحيانًا بأنه لا يسـتطيع أن يتصرف بوضاعة أو خسـة فإنه سـيكره أن يفكر في أنه غـير حر في اختيار مجرى أفعاله في كل لحظة من حياته، لذا فهو يود أن يفكر في أفعاله على أنها لا يمكـن التنبؤ بها مطلقة، ومع ذلك فعندما يتصرف الآخرون بطريقة لا يمكـن التنبؤ بها مطلقة فإنه بصفهم بالحمـق، وباختصار: حريتنا فضيلة، وحرية الآخرين رزيلة، فالحرية شيء نملكه نحن لا الآخرون.

ولا يقـع في هـذا الخلط بين حريـة الإرادة والجبرية من هـذا النوع غير المقصـود عامة الناس فقط بل يشـاركهم في ذلك كتابه للفلسـفة لذا يقول (**هنـرى سـيدجويك**) في كتابه (مناهـج الأخلاق) إن موضع المناقشـة في الجدل حول حرية الإرادة كما يفهمه هو: هل يتحدد تصرف الإنسان تمامًا في أي لحظة بشخصيته والمؤثرات الخارجية بها في ذلك حالته الجسمية التي تؤثر عليه عند تلك اللحظة؟ أو هل تقوم دائمًا إمكانية لاختياري التصرف بالأسـلوب الذي أحكم عليه الآن بأنه معقول وسـليم، مهما كانت أفعالي وخبراتي السابقة؟

ولكـن الحكـم على ما هـو معقول وسـليم لا يمكـن أن يعتمد على لا شيء وإلا أصبـح نـزوة خالصة وليس حكمًا وهـو لا يمكن أن يعتمد على

شيء سوى شخصية الإنسان التي تكونت من تصرفاته وخبراته السابقة والمؤثرات الخارجية التي تؤثر فيه في اللحظة الحالية - أو باختصار يعتمد على الماضي والحاضر، وما هو موجود بداخله وما هو موجود بخارجه، وعلى هذا فالبديل الثاني الذي قدمه (**سيدجويك**) والذي قصد منه بوضوح أن يمثل حرية الإرادة هو أن أفعالنا محددة بأحكامنا، وأحكامنا محددة بشخصياتنا والمؤثرات الخارجية عليها وهو ما يرجع بنا بالضبط إلى ما وصفنا به الجبرية، وعلى هذا فالبديلان اللذان قدمهما ليسا بديلين بين الجبرية والحرية على الإطلاق، بل هما ببساطة بديلان بين الجبرية عن وعي والجبرية عن غير وعي، ولا يتوصل أبدًا للمنفذ الحقيقي إلى حرية الإرادة.

ويصدق الشيء نفسه على المحاولات اللاهوتية لحل المشكلة بإضافة التدخل الإلهي إلى المؤثرات الخارجية التي تؤثر على الإنسان - اليس لدينا قدرة على أداء الأعمال الصالحة.... بدون العناية الإلهية من خلال تدخل المسيح لمنعنا، فقد تكون لدينا إرادة صالحة، فيساعدنا عندما نملك هذه الإرادة الصالحة،، ومثل هذا التدخل الإلهي يقربنا من مذهب الجبرية بعيدًا عن حرية الإرادة.

وبذلت محاولات لإيجاد بديل للجبرية فما يوصف بالعلة الغائية،، وتبعة لذلك فالمستقبل يحدد الحاضر أو على الأقل يؤثر فيه، مثل الجزرة الأسطورية المعلقة أمام أنف الحمار، فإذا كان الطالب يشتغل بجد على أمل النجاح في الامتحان، فقد يحتج بأن فترة العمل الجاد في الحاضر نتيجة لسبب في المستقبل هو الامتحان الذي سيعقد في يوم من أيام المستقبل،

ولكـن الأصح بالتأكيد أن نقول إن السـبب ليس الامتحان - الذي قد لا يعقـد برغم كل هذا - وبذا لا يمكن اعتباره سـببًا لشيء حدث بالفعل - بل إن السـبب هو الأمل في اجتياز الامتحـان، وهذا الأمل ليس موجودة في المسـتقبل، فالمرء لا يعمل في الحاضر مـن أجل امتحان ما لم يكن الأمل في اجتيازه موجودًا في ذهنه من زمن سـابق، بحيث يكون السـبب المحدد لعمله الجاد موجودة في الماضي لا المستقبل، إن المسـألة برمتها تعد إلى حد كبير تلاعب بالألفاظ، ولكن مهما كان المعنى الذي تسـتعمل به الألفاظ، فلن تلقى أفكار من نوع العلة الغائية ضوء جديدة على المشكلة النهائية.

القائلون بحرية الإرادة:

في مقابـل هؤلاء، يوجد كل من **لوتـز** Lotze (1817 - 1881) **ويليام جيمس** William James (1842 - 1910) اللذان كانا منطقيين ومنسقين

في مذهبها عن حرية الإرادة، وافق **لوتز** أصحاب المذهب الجبري على أن الأحداث الطبيعية والأفعال الإنسـانية تقع في سلسـلة من الأسـباب، وأن مثـل هذه السلاسـل من الأسـباب ما إن تبدأ حتـى لا يكون لها نهاية في المسـتقبل، ولكنـه فكر في أن مثل هذه السلاسـل قد تكـون لها بدايات تعتمـد على النزوة، ودافع ويليام جيمس عـن المبدأ الذي وصفه بمذهب الصدفـة tychism حيث تلعب الصدفـة دورًا في تنظيم مجرى الأحداث، فعنده أن نسـق الأحـداث ليس محددًا بطريقة لا تتبـدل، فنحن نأتي بأمور مستحدثة عندما نقوم بالاختيار (وإن كان لم يشرح السبب في الإتيان بأمر مستحدث معين بدلا من سواه).

لقد رأينا فيما سبق أن الفيزياء الحديثة ليست معادية تمامًا لمثل هذه الأفكار عند تطبيقها على الطبيعة الجامدة، وإن كنا رأينا كذلك إنه ينبغي تطبيقها على الظواهر فقط، لا الحقائق الكامنة من وراء الظواهر كما نراها ونفهمها - أو بعبارة أخرى، إن عدم التحديد لا يكمن في الطبيعة الموضوعية، بل في تفسيرنا الذاتي للطبيعة فحسب.

على كل، فلنتجاهل هذا التمييز، ولتتناول المسألة على النحو الذي يميل إليه مذهب حرية الإرادة بأن نتصور أن حالة معينة من حالات العالم الجامد ولتكن (ا) يمكن أن يتبعها أي عدد من الحالات المختلفة مثل ب، ج، د،.. وكلها تؤدي إلى حالات مختلفة للعالم في المستقبل، ففي العالم الجامد لا يوجد سبب بارز يجعل من الضرورة أن تكون (ا) متبوعة بالحالة (ب) بدلا من (ج) أو (د)، ولنفرض أنه في الحالات التي تعرض للعقل البشري، تكون لدى العقل بعض القدرة على توجيه بعض النواحي الدقيقة من العالم إلى أي من الحالات ب، ج، د، على حسب اختياره، وبحيث تتفق كل الانتقالات: ا ← ب، ا ← ج، ا ← د.... إلخ مع قانون بقاء الطاقة وكمية الحركة فسيصبح لدينا عقل يؤثر على المادة بدون أن يبذل أي قوة مادية أو تحول للطاقة، وهو يشكل الكون إلى حد ما وفق اختياره، وهذا يذكرنا بما يماثل التفسير الأصلي **لديكارت** حول تأثير العقل على المادة وإن كان بمنأى عن الاعتراضات التي قدمها **لايبنتس**.

ونفس الحل في جوهره اقترحه **كلارك ماكسويل**، فمثلا يتحدد مسار قطار السكة الحديد على نحو واحد عند غالبية نقاط رحلته، ويكون العامل المحدد هو القضبان التي يجري عليها، ومع أنه يأتي من حين لآخر

إلى مفترق للطرق يفتح أمامه مسارات بديلة حيث يمكنه أن يتحول إلى أي منها مستهلك طاقة تكاد تكون مهملة في تحريك نقاط التحويلة، فقد فكر ماكسويل في أن الجسم البشري قد يأتي إلى نقاط تماثل هذه المفترقات، حيث يمكنه أن يتحول إلى أي مسار جديد بتوجيه العقل وبدون أن يستهلك أي طاقة ميكانيكية - فالجسم هو القطار والعقل هو عامل التحويلة، وبدا للكثيرين أن عدم التحديد الموجود في الحركات الذرية يقدم نفس هذا النوع من مفترقات الطرق بل من الممكن أيضا أن يقدم نفس النقط التي تطلبها ماكسويل - لتدعيم حرية الإرادة.

ربما كان هذا يقدم أسلوبًا يمكن للعقل أن يؤثر به على المادة، ومع ذلك تبقى المشكلة الأعمق حول حرية الاختيار بدون أن تمس فحتى إذا استطاع عامل التحويلة أن يحرك النقط وأن يبدل بهذا حركة القطار، فسوف يتبق أمامنا سؤال هو لماذا يحرك النقط في أحد الاتجاهات بدلا من الآخر؟ فلو أنه كان يحركها وفقا لخطة مسبقة، لاعتبرنا أن القطار ينبع جدولاً معينة، مما يجعل حركته محددة تمامًا كما لو كانت النقط ومفترقات الطرق غير موجودة، أما إذا قلنا مع غالبية الناس إنه يحركها في اتجاه معين ولأنه يختار ذلك، فالسؤال هو لماذا يختار هذا الاتجاه بدلا من غيره فإن كان هناك ما يتحكم في اختياره فسنعود إلى الجبرية، أما إن لم يكن وكان يتصرف وفق نزوة عابرة، فإن هذا يؤدي بنا إلى نوع من حرية الإرادة لا نرغب في التوصل إليه ولا نشعر أنه النوع الذي نجده في الواقع لأننا نحب أن نتخيل أننا نوقف الجبرية عند حدها من خلال حكمتنا أو فضيلتنا أو بعد نظرنا لا من خلال نزوة عشوائية ليس لنا سيطرة عليها ومن ثم لا نعد

مسئولين عنها، فالذي يرتكب حماقة قد يرتاح للتفكير في أنه كان ألعوبة في يد قوى عشوائية أما الشخص الذي ينصرف بتبصر أو سخاء أو بعد نظر فلا يفكر على هذا النحو.

هذا المذهب في حرية الإرادة الذي يقوم على النزوات لا يقدم لنا حرية للإرادة تمثل ما نمارسه أو نتخيل أننا نمارسه، فلو أن كل حدث لم يكن محددًا بسبب كاف، لأصبح العالم بأسره كما لاحظ **لايبنتس** مجرد فوضى، فالعقل الذي وهب حرية إرادة تقوم على النزوات سيصبح فريسة لبواعث تلقائية بعيدة تمامًا عن العقلانية وأجدر بنا أن نصفه بأنه عقل إنسان مجنون، برغم أن عقل الإنسان المجنون لا يكون في الحقيقة على مثل هذا القدر من الاختلال، وكلما تعمق علم النفس والإدراك السليم في المسألة فإنها يجدان أن من الضروري أن يتقبلا مذهب الجبرية في شكله التقليدي فأفعالنا تحددها إراداتنا، وإراداتنا تحددها دوافعنا، ودوافعنا محكومة بماضينا، وسيفكر عالم النفس في هذا الماضي على ضوء الوراثة والبيئة، الواعظ الأخلاقي على ضوء المؤثرات الأخلاقية والروحية، وعالم الفسيولوجيا على ضوء - الأنشطة الكهربية - الكيميائية، ولكنهم جميعا سيتفقون على أن القوة النسبية للدوافع المختلفة تحددها أحداث الماضي، بحيث لا يختار الإنسان لنفسه أبدًا، فاضيه هو الذي يختار له دائمًا.

وجهة النظر المعاصرة:

بالرغم من النقص الواضح في الجبرية الذي تدل عليه **نظرية الكم** في الطبيعة الجامدة، فما زال هذا هو رأي الغالبية العظمى من علماء الفيزياء المعاصرين وعلى هذا النحو كتب بلانك مؤسس **نظرية الكم** في كتابه

«إلى أين يتجه العلم؟ اليس هناك كاتب للسير يحاول أن يفسر الدوافع التي تحكم تصرفات البطل الذي يتناوله بإرجاعها إلى الصدفة البحتة بل إنه سيرجع عجزه عن حل المسألة إلى نقص المعلومات المتوفرة أو قد يعترف بأن قدراته على التعمق الروحي لا يمكنه من سبر أغوار هذه الدوافع، وفي حياتنا اليومية العملية نؤسس مواقفنا من زملائنا على التسليم بأن كلماتهم وأفعالهم تحددها أسباب متميزة، إما في طبيعتهم الفردية نفسها أو في البيئة حتى وإن كنا نقر بأن مصدر هذه الأسباب لا يمكننا أن نكتشفه بأنفسنا... ويجب التمسك بأن مبدأ السببية يمتد حتى يشمل أسمى إنجازات النفس البشرية، فيجب أن نقر بأن عقل كل من عباقرتنا العظماء - **أرسطو** و**كانت** وليوناردو وجوته وبيتهوفن و**دانتي** وشكسبير حتى في أسمى لحظات السمو الفكري أو أعمق مراحل التعمق النفسي - يكون خاضعا الأوامر السببية، ويكون أداة بين يدي قانون جبار يحكم العالم».

ونقل عن **ألبرت أينشتاين** في الكتاب نفسه أنه قال: «حقيقة لا أستطيع أن أفهم ما يعنيه الناس عندما يتحدثون عن حرية الإرادة، فأنا أشعر بالرغبة في إشعال غليوني وأشعله فعلاً ولكن كيف أربط هذا بفكرة الحرية؟ وما الذي يقبع خلف إرادتي بأن أشعل الغليون؟ هل هو فعل آخر من أفعال الإرادة؟ لقد قال **شوبنهاور** - ذات مرة:

Der Mensch Kann was er will; er kann aber nicht wollen was er will.

«إن الإنسان يستطيع أن يريد، ولكنه لا يستطيع ألا يريد»

ويبدو أن الفلسفة الحديثة أيضًا قد توصلت إلى نتيجة أنه لا يوجد بديل حقيق للجبرية، بحيث لم يعد السؤال موضع المناقشة الآن هو، هل نحن أحرار؟ بل لماذا نفكر في أننا أحرار؟ ورأينا كيف يقسم ألكسندر العالم إلى درجات تقع على مراحل مختلفة من التطور: المكان - الزمان والمادة والحياة والعقل والألوهية، وعلى حين يوافق على أن كل الأحداث في الحقيقة تخضع للجبرية يعتبر أن سكان كل درجة قد يشعرون بأنهم أحرار ولكنهم يلاحظون أن غياب الحرية يسود في الدرجات الأدنى منهم، وعلى هذا تشعر الذرات وهي في الدرجة قبل الأخيرة بأنها حرة عندما تتفكر في المكان - الزمان حيث يستحيل أن توجد حرية، وقد نقلنا فيما سبق ما لاحظه سبينوزا من أن الحجر المقذوف في الهواء قد يشعر بأنه حر لو أمكنه أن ينسى اليد التي قذفت به، وعلى النحو نفسه نحسب انفسنا احرارًا ولكننا نعتبر الآلات وحتى النباتات خاضعة للجبرية لوجودها في درجات أسفل من درجتنا، وكذلك عندما يتبصر الإله في أنشطتنا من درجته السامية، فإنه يشعر بذاته حرًا ولكنه لا يرانا كذلك.

وبدون أن نقبل أي نظام من هذا النوع فقد يوافق كثير من الفلاسفة على أننا نستطيع أن نفعل ما نرغب فيه إلى حد ما ولهذا نشعر بأنفسنا أحرارًا، ولكن هذا يرجع إلى أننا لا نتوقف قليلا لنفكر في أن رغباتنا ذاتها، وهي التي تنبثق منها أفعالنا قد فرضها ماضينا علينا، كما أن عدم وجود خبرة مباشرة عن هذا الشعور بالحرية لدى الآخرين يجعلنا نرى في أفعالهم أوامر فرضها ماضيهم عليهم ومن ثم نعتبر هذه الأفعال جبرية.

وباختصار لا يبدو أن الدراسة الفلسفية أو الأبحاث الفيزيائية في الثلاثمائة عام الماضية تقدم أي سبب التغيير مبدأ **ديكارت** الذي يقول:

لا شيء يجيء من العدم، أو أن قدرة الإرادة تكون فقط من أننا نتصرف وكأننا لا ندرك أننا مجبرون على تصرف معين بتأثير قوة خارجية. وعلى هذا فحرية الإرادة ما هي إلا الاسم الذي نطلقه على الجبرية التي ندركها، ولكن لعلنا نتكهن بأن (**كانت**) سيحتج بأن كل هذا لا يثبت أننا محرومون من الحرية، بل إن النظر إلى الأشياء على أنها تخضع للجبرية هو أسلوب مغروس في عقولنا، وهو يدل على أسلوبنا في تفسير التابع الزمني للأحداث. وقد يكون هذا صحيحا بالطبع، فبعد عدد من التجارب الفردية من نوع ولقد خبطت رأسي وأشعر بالألم، ينتقل الطفل في نموه إلى تعميمات توصله إلى قضايا مثل: «لقد خبطت رأسي ومن أجل هذا أشعر بالألم» وإذا خبطت رأسي سوف أشعر بالألم،، ومثل هذا الترابط في الأفكار يثبت أنه يساعده في تجنب صدمات جديدة ولذا يتوسع في تطبيقه، وتنمو عادة البحث عن علاقة السبب -- بالنتيجة، ولكنه ينتقل باستمرار من مثل هذه الحالات المذكورة إلى أمثلة أخرى من نوع «الدنيا ليل ولذا فسرعان ما يطلع النهار» أو «إني جائع ولذا فسرعان ما آتي بشيء آكله» وهي لا تتضمن عن علاقات السبب بالنتيجة على الإطلاق، فهذه الأساليب وما يماثلها قد تغرس في العقل عادة أن:

«وبعد هذا من أجل هذا». Post hoc ergo propter hoc

ولعله من الممكن إيجاد تفسير سيكولوجي بسيط لعادة العقل الإنساني في استخدام علاقة السبب والنتيجة بدون أن نلجأ إلى مقولة، ذهنية فطرية.

وعلى أية حال، فلا جدال في أن جميع خبراتنا الواعية عن الطبيعة الجامدة التي تقتصر على عالم المقاييس الإنسانية، تظهر أن الجبرية تسود فيه، ولعلنا لهذا السبب نعجز عن تخيل كيف يمكن لغير الجبرية أن يتحكم في عالم الجوامد - برغم أن - علماء الفيزياء المعاصرين أوضحوا أن هذا يحدث عندما نضع الظواهر في الاعتبار، ومن ثم نتوسع في هذا العجز من العالم المادي إلى العالم الذهني، فإن صح هذا فلا الفيزياء المجردة ولا الخبرة المادية الملموسة تفرض علينا الجبرية، بل هو عجز عقولنا عن تخيل أي شيء سوى الجبرية.

وقبل عصر الفيزياء الحديثة، كان من السهل أن نحدد ما نقصده بالسببية وحرية الإرادة، فقد افترضنا أن العالم يتركب من ذرات وإشعاع، وتصورنا أنه من الممكن من حيث المبدأ أن تعين المواضع الدقيقة لكل ذرة ولكل عنصر من عناصر الإشعاع، وكانت مسألة السببية ببساطة هي: هل يمكن مبدئيًا إذا عرفنا هذه المواضع أن نتنبأ بمجرى الأحداث في المستقبل بيقين؟ وكانت مسألة حرية الإرادة هي: هل يظل من الممكن التنبؤ بهذا المجرى عندما يدخل الوعي والرغبات الإنسانية في الصورة؟.

أوضح الفيزيائيون المعاصرون أن هذه الصياغات للتساؤلات أصبحت عديمة المعني فلم يعد من الممكن أن تعرف المواضع الدقيقة للجات أو لعناصر الإشعاع وحتى إذا أمكننا ذلك فما زال من المستحيل أن نتنبأ بالخطوات التالية، وما دمنا نتناول عالم الجوامد فقد يجوز أن نصور

طبقة سفلية من تحت المكان والزمان حيث تختفي منابع الأحداث، وقد يكون المستقبل موجودة ومحتجبة بالفعل ولكنه محدد ومحكوم بصورة لا فكاك منها في هذه الطبقة السفلية، ومثل هذه الفرضية على الأقل تناسب كل الحقائق المعروفة في الفيزياء، ولكن في انتقالنا من عالم الظواهر في المكان والزمان إلى هذه الطبقة السفلية، يبدو أننا لا نفهم أننا ننتقل من المادية إلى الذهنية أو ربما أيضا من المادة إلى العقل، ولعل منابع الأحداث في هذه الطبقة السفلية تشمل أنشطتنا الذهنية الخاصة بحيث يجوز أن يعتمد مجرى الأحداث في المستقبل جزئيا على هذه الأنشطة الذهنية.

لقد أوضحت الفيزياء الحديثة على الأقل أن مشكلتي السببية وحرية الإرادة في حاجة إلى صياغة جديدة، فإذا استطاع المؤمنون بحرية الإرادة أن يشرحوا معنى الحرية لديهم، وأن يوضحوا بالتحديد نقط الاختلاف مع ما أسميناه بالجبرية غير المدركة، فمن الممكن أن نتصور أن ما يسعون إليه قد يكون موجودة لدى الفيزياء الحديثة، لقد بدت الفيزياء الكلاسيكية وكأنها تغلق الباب المؤدي إلى أي نوع من حرية الإرادة (بالأقفال والترابيس)، أما الفيزياء الحديثة فلا تفعل هذا، فهي تكاد تفترض أن الباب قد لا يكون مغلقة بالأقفال إذا استطعنا أن نجد المقبض المناسب، لقد قدمت لنا الفيزياء القديمة كونا أقرب إلى السجن منه إلى المسكن، أما الفيزياء الحديثة فتصور لنا كونًا من الممكن تصوره بيئة مناسبة لسكنى الأحرار، لا مجرد مأوى للهمج، بيتا يمكننا فيه على الأقل أن تطوع الأحداث وفقًا لرغباتنا وأن نحيا حياة السعي والنجاح.

هناك ما يغرينا بأن نختتم المناقشة بتلخيص الاستنتاجات التي توصلنا إليها، والحقيقة أنه لا توجد استنتاجات نهائية، أما إذا اضطررنا إلى ذكر استنتاج نهائي، فلعلنا نقول إن كثيرًا من استنتاجات علوم القرن التاسع عشر حول تساؤلات الفلسفة قد عاد من جديد إلى بوتقة الانصهار، وإنه لا يوجد رأي نهائي في العلم.

وهذا في حد ذاته لا يسمح لنا بذكر أي خاتمة إيجابية مهما كان نوعها، كأن نقول إن المادية قد ماتت، أو إن التفسير الجبري للعالم قد أصبح (موضة قديمة) ومع ذلك نستطيع أن نقول إن الجبرية والحرية، والمادة والمادية في حاجة إلى أن ابعاد تعريفها على ضوء معارفنا العلمية الحديثة، وبعدها يصبح على المادي أن يقرر لنفسه إن كان النوع الوحيد من المادية الذي يسمح به العلم الآن يصح أن يسمى مادية، أو إن كان للأشباح المتبقية من المادة أن تسمى مادة أو أي تسمية أخرى، إنها مسألة اصطلاحات.

إن ما يتبقى في كل الأحوال يختلف تمامًا عن المادة بشحمها ولحمها وعن المذهب المادي المنفر لدى عالم العصر الفيكتوري، فقد ثبت أن كونه

الموضوعي والمادي لا يتكون إلا مما تركبه عقولنا الذاتية وبهذه الكيفية وغيرها تحركت الفيزياء الحديثة في اتجاه المذهب الذهني

كذلك لا نستطيع أن ندعي أن الفيزياء الحديثة تبرر أي استنتاجات نهائية عن الجبرية أو السببية أو حرية الإرادة، ولكننا نستطيع أن نقول إنه من بعض النواحي لم يعد المذهب الجبري ملحًا كما كان منذ خمسين عامًا، ويبدو أن هناك من الحجج ما يسمح بإعادة تناول المسألة برمتها بمجرد أن يجد أي إنسان سبيلاً لذلك.

لعل هذا يبدو محصولاً مخيبًا للآمال نحصده من حقل في اتساع النشاط العلمي الحديث، بل ومن ذلك الفرع الذي يقترب جدًا من إقليم الفلسفة، ومع ذلك فقد نتفكر في أن الفيزياء والفلسفة على أحسن التقديرات لا تتجاوزان في عمرهما بضعة آلاف من السنين، وإن كان من المحتمل أن تعيشا آلاف الملايين من السنين التي ما زالت أمامها.

إنها قد شرعتا فحسب في اكتشاف الطريق ونحن ما زلنا كما قال **نيوتن** مثل أطفال يلعبون بالحصى على شاطئ البحر، على حين يمتد المحيط الهائل للحقيقة بدون اكتشاف بعيدًا عن متناولنا، وليس من المستغرب ألا ينجح جنسنا البشري في حل أي قدر من مشكلاته الأكثر صعوبة في الجزء الأول من المليون من وجوده، ولعل الحياة **كانت** تعد أدعى للملل لو نجح في هذا، ففي نظر الكثيرين ليست المعرفة ذاتها بل السعي وراءها هو الذي يعطينا المتعة الفكرية الأكبر، فالسفر على أمل خير من الوصول.

مكتبة
t.me/soramnqraa

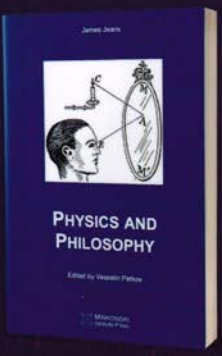
إن ما يتبقى في كل الأحوال يختلف تمامًا عن المادة بشحمها ولحمها وعن المذهب المادي المتفشر لدى عالم العصر الفيكتوري. فقد ثبت أن كونه الموضوعي والمادي لا يتكون إلا مما تركبه عقولنا الذاتية وبهذه الكيفية وغيرها تحركت الفيزياء الحديثة في اتجاه المذهب الذهني.

كذلك لا نستطيع أن ندعي أن الفيزياء الحديثة تبرر أي استنتاجات نهائية عن الجبرية أو السببية أو حرية الإرادة، ولكننا نستطيع أن نقول إنه من بعض النواحي لم يعد المذهب الجبري ملحًا كما كان منذ خمسين عامًا، ويبدو أن هناك من الحجج ما يسمح بإعادة تناول المسألة برمتها بمجرد أن يجد أي إنسان سبيلاً لذلك.

لعل هذا يبدو محصولاً ضئيلاً للآمال نحصده من حقل في اتساع النشاط العلمي الحديث، بل ومن ذلك الفرع الذي يقترب جدًا من إقليم الفلسفة، ومع ذلك فقد نتفكر في أن الفيزياء والفلسفة على أحسن التقديرات لا تتجاوزان في عمرهما بضعة آلاف من السنين، وإن كان من المحتمل أن تعيشا آلاف الملايين من السنين التي ما زالت أمامهما.

إنها قد شرعتا فحسب في اكتشاف الطريق ونحن ما زلنا كما قال نيوتن مثل أطفال يلعبون بالحصى على شاطئ البحر، على حين يمتد المحيط الهائل للحقيقة بدون اكتشاف بعيدًا عن متناولنا، وليس من المستغرب ألا ينجح جنسنا البشري في حل أي قدر من مشكلاته الأكثر صعوبة في الجزء الأول من المليون من وجوده.

ولعل الحياة كانت تعد أدعى للملل لو نجح في هذا، ففي نظر الكثيرين ليست المعرفة ذاتها بل السعي وراءها هو الذي يعطينا المتعة الفكرية الأكبر، فالسفر على أمل خير من الوصول.



جيمس جينز

جيمس جينز هو عالم فلك بريطاني, ولد في 11 سبتمبر 1877 في مقاطعة لانكشير , وتوفي في سبتمبر عام 1946 بمدينة دوركينج, عمل في مجالات الفيزياء والرياضيات وعلم الفلك, من أشهر إنجازاته تعيين كتلة جينز وهي أقل كتلة لسحابة من الغاز و الغبار الكوني يمكن أن يتكون منها نجم.

بعد انتهائه من تعليمه الثانوي التحق بجامعة كامبريدج, وأنهى دراسته الجامعية في الرياضيات, وقام بالتدريس في كامبريدج ثم ذهب للتدريس في جامعة برنستون عام 1904 كأستاذا للرياضة التطبيقية, وعاد إلى كامبريدج عام 1910.

قام بإنجازات هامة في مجالات عديدة للفيزياء وكذلك في ميكانيكا الكم, وتوصل في ابحاثه إلى أن نظرية لابلاس المتعلقة بأن المجموعة الشمسية نشأت من سحابة غاز واحدة ليست سليمة, وعوضا عن ذلك قام هو بصياغة نظرية تقول ان الكواكب قد تكونت عن طريق اقتراب أحد النجوم من الشمس بحيث صدرت منها تلك المادة التي تكونت منها الكواكب فيما بعد . ولكن تلك النظرية ليست معترف بها الان.

وهو بجانب العالم البريطاني آرثر إدنجتون أحد مؤسسي علم الفلك الحديث في بريطانيا .

وقد قام ببحوث في مجال الفلك وبصفة خاصة حركة النجوم, والتكوين الداخلي للنجوم, ومسائل أخرى في علم الفلك.

يسمى على اسمه كتلة جينز وهي أقل كتلة لسحابة كونية تحوي غاز وغبار يمكنها التقلص والانكماش, منح الميدالية الذهبية للهيئة الملكية لعلم الفلك عام 1922, كما سمي باسمه أحد الفوهات على القمر وكذلك أحد الفوهات على كوكب المريخ.

telegram @soramnqraa

الفيزياء والفلسفة

الهدف مـن هذا الكتاب باختصار هو تنـاول - وإلى حد ما - اكتشاف الإقليم الفاصل بين علم الطبيعة والفلسفة فهذا الإقليم الذي اعتدنا أن نعتبره سخيفًا جدًا، أصبح فجأة مثيرًا جدًا، وهامًا، نتيجة للتطورات الحديثة في الفيزياء النظرية.

إن الإثـارة الجديـدة تتجـاوز بكثير المشـاكل المتخصصة للفيزيـاء والفلسـفة، وتصـل إلى مسـائل تمـس الحياة الإنسـانية عن قرب شديد كمسـائل المادية والإرادة الحرة، لذلـك آمـل أن يثير هذا الكتـاب اهتمـام الكثيرين ممن لا يشـتغلون بالفيزيـاء أو الفلسـفة، ولهذا الغـرض جعلت المناقشة يسيرة قدر الإمكان متجنبًا النقط المتخصصة ما وسعني، وحيث لم أتمكن شـرحت هذه النقط، كما حاولت أن أرتـب الكتاب بحيث تهـيء قراءة الفصليـن الأولين مع الفصـل الأخيـر، نظرة عامـة مفهومة للقضية الرئيسـية، وخلاصة لكل الفصول، وهناك كثير من القراء سـيفضلون البدء بهذه الفصول الثلاثة.

في سبيل المعرفة

نستذكر **ماكفريد فون آردن** الباحث والمخترع والفيزيائي الألماني له اكثر من 600 براءة اختراع في مجالات العلوم الطبية من بينها **المجهر الالكتروني** والتكنولوجيا النووية و**فيزياء البلازما**.

نستذكر دائمًا **العلم** ومن ضحى في سبيله...

ISBN: 978-9953-532-34-9

9789953532349

نصوص منشورات