12

ريتشارد فينمان يبني كوناً

في مقابلة صحفية لم تُنشر سابقاً جرت تحت رعاية الاتحاد الأمريكي لتقدم العلم يستغرق فينمان في ذكرياته حول: حياته في العلم ومحاضرته الأولى المرعبة في الغرفة التي اجتمع فيها الحضور المكلَّلون بجوائز نوبل، الدعوة للعمل بمشروع أول قنبلة نووية ورد فعله على ذلك، علم ديانة عبادة الشحن، تلك المكالمة الحاسمة التي جرت قبل الفجر من قبل صحفي يُخبره فيها بأنه قد حصل على جائزة نوبل فيجيبه فينمان: «أما كان بإمكانك أن تخبرني في الصباح».

المذيع:

كان ميل فينمان بائعاً لدى شركة تعمل ببيع البذات في

مدينة نيويورك، وفي 11 أيار عام 1918 رحب بولادة ابنه ريتشارد فينمان الذي حصل بعد 47 سنة على جائزة نوبل في الفيزياء وفي كثيرٍ من النواحي كان لميل فينمان الكثير من الفضل في ذلك الإنجاز كما يروي ابنه ريتشارد فينمان.

فينمان:

حسناً، قبل أن أولد قال والدي لوالدتي بأن «هذا الصبي سيكون عالماً». أنت لا تستطيع أن تقول مثل هذه الأمور أمام النساء هذه الأيام، ولكن هذا ما قيل فعلاً في تلك الأيام، لم يُخبرني أبي أبداً بأني سأكون عالماً..... وقد تعلمت أن أقدِّر الأشياء التي أعرفها ولم يكن هناك أي ضغط.... وعندما كبرت أخذني أبي إلى عدة نزهاتٍ في الغابات وأطلعني على الحيوانات والطيور وما شابهها من المخلوقات وأخبرني عن النجوم والذرَّات وعن كل الأشياء الأخرى التي يعرفها، كان له موقفٌ من العالم والطريقة التي يجب أن ننظر فيها إليه وكانت نظرته علمية بعمق بالنسبة لرجل لم يكن له صلة مباشرة بالمواضيع العلمية.

المذيع:

ريتشارد فينمان هو الآن أستاذ الفيزياء في معهد كاليفورنيا التكنولوجي في باسادينا ويعمل فيه منذ عام 1950 ويُخصِّص جزءاً من وقته للتدريس ويُكرِّس الجزء الآخر لصياغة نظرية

تدور حول الشدف الدقيقة من المادة التي بُني منها الكون الذي نعيش فيه، وخلال حياته المهنية نقله خياله الشعري أحياناً إلى كثيرٍ من العوالم الغريبة: الرياضيات الخاصة بالقنبلة الذرية، مورثات (جينات) الفايروس البسيط وخصائص الهيليوم عند درجات الحرارةٍ المنخفضة جداً، وقد ساعد العمل الذي فاز بموجبه بجائزة نوبل والخاص بتطوير نظرية الحركة الكمومية في حل كثير من المشكلات الفيزيائية بصورة أكثر مباشرة وفعالية مما كان يمكن أن يحصل من قبل، ولكن مرةً أخرى ما الذي حرك هذه السلسلة الطويلة من الإنجازات هل هي النزهات الطويلة مشياً على الأقدام في الغابات مع والده؟.

فينمان:

كان لأبي طرقه الخاصة في النظر إلى الأشياء، وقد اعتاد أن يقول «افترض أننا كنا مريخيين ونزلنا إلى الأرض، عندها سنرى هذه المخلوقات الغريبة تقوم بأعمالها المعتادة فماذا يمكن أن نظن؟. يقول والدي لنضرب مثلاً: افترض أننا لم نذهب إلى النوم أبداً فنحن مريخيون ولدينا وعي يعمل طوال الوقت ووجدنا هذه المخلوقات التي تتوقف لمدة ثمانية ساعاتٍ يومياً وتغلق عيونها وتصبح خاملةً لفترةٍ قد تطول أو تقصر، والآن... يكون لدينا هذا السؤال الممتع الذي يمكن أن نوجّهه إليهم: كيف تشعرون وأنتم تقومون بهذهالأعمال طوال الوقت؟ وماذا يحدث لأفكاركم؟ أنتم تسيرون على ما يرام طوال الوقت

وتفكرون بوضوح فما الذي يحدث؟ هل تتوقف كل هذه الأمور فجأةً؟ أم تتباطأ تدريجياً ثم تقف؟ أخبرونا بدقة كيف تقومون بإغلاق تيار تدفُّق أفكاركم؟ فكرت فيما بعد كثيراً وقمت بعدة تجارب حينما كنت في الكلية في محاولة لمعرفة جواب ذلك.... فعلاً ما الذي يحدث لأفكارنا حينما نذهب إلى النوم؟.

المذيع:

خطَّط الدكتور فينمان في أيامه الأولى كي يصبح مهندساً كهربائياً يتقن الفيزياء ويجعلها تخدمه وتخدم العالم من حوله ولكن لم يمض وقتٌ طويل حتى أدرك أنه كان أكثر اهتماماً بالذي يجعل الأشياء تعمل من حيث المبادئ النظرية والرياضية والتي يرتكز عليها عمل الكون نفسه بشكلٍ أصبح فيه دماغه هو المختبر الذي يعمل فيه.

فينمان:

حينما كنت فتىً يافعاً كان ما يُدعى بالمختبر عبارة عن مكان أتسكَّع فيه وأصنع أجهزة راديو وخلايا ضوئية وأدوات وخزانة للكتب وقد صُعقت جداً عندما اكتشفت ما يدعونه بالمختبر في الجامعة!. فهذا مكانٌ يفترض أن تقوم فيه بقياس الأشياء بجديةٍ تامة لكني لم أقس فيه أي شيءٍ، وبقيت أتسكَّع وأتلهَّى بصنع أشياءٍ عديدة، هذا النوع من المخابر حينما كنت يافعاً كنت أظن أنه سيبقى على هذا الشكل طوال الوقت وظننت

أن هذه هي الطريق التي يجب أن أمضي فيها، حسناً كان يتوجَّب عليَّ في ذلك المختبر أن أحلَّ مشكلاتٍ معينة فقد اعتدت أن أُصلِّح أجهزة الراديو وكنت مضطراً مثلاً لأن أحصل على بعض المقاومات وأضعها على التسلسل مع مقياس الفولت بحيث يعمل المقياس بمعدلات قياسٍ أخرى وأشياء من هذا القبيل، ثم بدأت أبحث عن المعادلات الرياضية والكهربائية، وكان لدى صديقي كتابٌ توجد فيه المعادلات الكهربائية والعلاقات بين المقاومات وأشياء أخرى مثل القوة تساوي مربع التيار مضروباً بالجهد، والجهد المقسوم على التيار يساوي المقاومة، إجمالاً كان هناك ستة أو سبعة معادلات بدت كلها وكأنها ترتبط ببعضها البعض ولم تكن منفصلة بشكلٍ فعلي، أي أن كل واحدةٍ منها مشتقة من الأخرى، وبهذا الشكل كان يجب علي أن أستخدمها وأفهم من الجبر الذي تعلمته في المدرسة كيفية التعامل معها وهكذا أدركت مدى أهمية الرياضيات في هذا العمل.

حيث بدأت أهتم أكثر وأكثر بالأمور الرياضية المرتبطة بالفيزياء بالإضافة إلى أن الرياضيات كانت بحد ذاتها ذات جاذبية كبيرةٍ بالنسبة لي ولقد أحببتها طوال حياتي. [...]

المذيع:

بعد التخرُّج من معهد ماساتشوستس التكنولوجي انتقل

ريتشارد فينمان ما يقارب الـ 400 ميل باتجاه الجنوب الغربي إلى جامعة برنستون حيث حصل في النهاية على درجة الدكتوراه، وهناك كان عمره 24 عاماً عندما ألقى أُولى محاضراته الرسمية وكانت محاضرةً ذات وقعٍ خاص كما اتضح فيما بعد.

فينمان:

عندما كنت في صف التخرُّج عملت مع البروفسور ويلر* كمساعدٍ في البحث وعملنا معاً في صياغة نظرية جديدة يدور محورها حول عمل الضوء وكيف يحصل التآثر بين الذرات في الأماكن المختلفة، كانت هذه النظرية في ذلك الوقت من النظريات الهامة لذلك اقترح البروفسور فيغنر** الذي كان مسؤولاً عن الندوات في الجامعة أن نقوم بعمل ندوة عن هذه النظرية وقال:

باعتباري شاباً يافعاً ولم أُحاضر في أي ندوة من قبل، فهذه فرصة جيِّدة لأن أتعلَّم كيف أفعل ذلك وبهذا الشكل كانت الندوة أول خطابٍ فني متخصِّص أقوم به.

---

* جون أرشيبالد ويلر (1911 ـ) فيزيائي اشتهر بين عامة الناس في أنه أول من استعمل عبارة «الثقب الأسود» التحرير.

** ايجوين ب فيغنر (1902 ـ 1995) حصل على جائزة نوبل في الفيزياء لمساهماته في نظرية النواة الذرية والجسيمات الأولية من خلال بحثه في مبادئ التناظر، التحرير.

بدأت أُحضِّر لهذا العمل وجاء البروفسور فيغنر وقال إنه يظن أن هذا العمل هام جداً بحيث قام بشكلٍ خاص بدعوةِ البروفسور باولي لحضور الندوة وكان أستاذاً زائراً كبيراً للفيزياء من جامعة زيوريخ كما دعى البرفسور فون ناومان الرياضي الأكثر شهرةً في العالم وهنري نورس رَسَل الفلكي الشهير وألبرت آينشتاين الذي كان يسكن قرب مكان الندوة. شحب لوني وتحوَّل إلى اللون الأبيض عندما قال لي: «لا تقلق أبداً وإياك والاضطراب وتعلم من البداية ألا تبتئس إذا لاحظت أن البروفسور رَسَل قد استغرق في النوم حيث أنه ينام دائماً في المحاضرات، وعندما يومئ إليك البروفسور باولي أثناء المحاضرة فلا تعتبر ذلك أمراً جيداً لأنه يومئ باستمرار لإصابته بالشلل الرعاش، وما إلى ذلك من أمور. ما قاله فيغنر هدأني قليلاً لكني بقيت قلقاً وقد وعدني البروفسور ويلر بأنه سيُجيب على كل الأسئلة عقب المحاضرة، وأن ما علي أن أقوم به فقط هو الإلقاء.

أتذكَّر الآن عندما دخلت ـ يمكنكم أن تتصوَّروا أنها المرة الأولى والتي شعرت عندها وكأني أدخل في النار ـ كتبت كل المعادلات مقدماً بحيث امتلأت بها السبورة، والحضور لا يريدون الكثير من المعادلات لأنهم يريدون أن يفهموا الفكرة بشكلٍ أفضل، تذكرت حينها أني وقفت لأتكلم وكان هناك كل هؤلاء الرجال العظام أمامي في مقاعد الحضور وهو شيءٌ

مرعب ولا أزال أذكر يدي وهي ترتعش عندما سحبت الأوراق من المغلف الذي كانت فيه، وحالما أخرجت الأوراق وبدأت أتكلم حدث شيءٌ من النوع الذي استمر يحدث لي باستمرار فيما بعد وكان شيئاً رائعاً، فعندما أتكلم في الفيزياء أحب أن أفكّر وتفكيري محصورٌ في الفيزياء فقط، ولا يصيبني القلق بالنسبة للمكان الذي أتواجد فيه على الإطلاق. سار كل شيءٍ بسهولةٍ ويسر وقمت بإيضاح الأمر ببساطة بأفضل ما أستطيع ولم أفكر مطلقاً بمن كان موجوداً في ذلك الوقت وكنت أركّز كل اهتمامي على المشكلة التي أشرحها، وعندما حان في النهاية وقت طرح الأسئلة لم يكن لديَّ ما أقلق بشأنه لأن البروفسور ويلر هو الذي سوف يتولى مهمة الإجابة» نهض البروفسور باولي، وكان يجلس بجوار البروفسور آينشتاين وقال: «أنا لا أعتقد أن هذه النظرية يمكن أن تكون محقَّة بسبب كذا وكذا وهذا الشيء الخ...ألست توافقني يا بروفسور آينشتاين. قال آينشتاين «لـ. . .ا» وكانت هذه أجمل كلمة لا سمعتها في حياتي.

المذيع:

تعلَّم ريتشارد فينمان في برنستون أنه إذا عاش حياته كلها في عالم الرياضيات والفيزياء النظرية فإن هناك عالمٌ آخر في الخارج يصرّ على الحصول على بعض المطالب العملية البحتة، وكان العالم في ذلك الوقت في حالة حرب وكانت الولايات

المتحدة قد بدأت بالعمل على صنع القنبلة الذرية.

فينمان:

بحدود ذلك الوقت تقريباً دخل بوب ويلسون إلى غرفتي ليخبرني عن مشروع بدأ يعمل به له علاقة باستخلاص اليورانيوم لاستخدامه في صناعة القنابل النووية، وقال أن هناك اجتماعاً سرياً في الساعة الثالثة وكان يعلم تماماً بأني عندما أطلع على موضوع السرية فإني سأنجرف معه ولم يكن هناك أي ضررٍ في ذلك قلت له: «لقد ارتكبت غلطةً بإخباري عن السر فأنا لن أستطيع أن أُجاريك وإني سأعود إلى ممارسة عملي العادي أي العودة للعمل بأطروحتي. خرج من الغرفة وهو يقول «سيكون هناك اجتماعٌ في الثالثة» [حدث] ذلك في الصباح وبدأت أخطو في الغرفة وأفكر بعواقب القنبلة إذا كانت في أيدي الألمان مع تلك المعدات التي يملكونها، وقرَّرت أن الأمر مثيرٌ وهامٌ جداً لكي أشارك فيه لذلك حضرت الاجتماع في الساعة الثالثة وأوقفت العمل في مشروع درجتي الجامعية.

كانت المشكلة تتمثَّل أنه يجب عليك أن تفصل نظائر اليورانيوم لكي تصنع القنبلة وكان اليورانيوم متوفراً بنظيرين والـ U 235 هو العنصر المتفاعل الذي يجب فصله وقد وضع ويلسون خطةً للقيام بعملية الفصل ـ عن طريق عمل شعاع من الإيونات ثم جمعها في حزمة ـ وكانت سرعة النظيرين وبنفس المستوى من الطاقة مختلفة قليلاً، لذلك إذا قمت بعمل كتل

صغيرة ووضعتها في أنبوب طويل بحيث يسبق أحدها الآخر يمكنك عندها فصل النظيرين بهذه الطريقة. كانت هذه هي الخطة الموجودة لديه. أما أنا فقد كنت منغمساً في الأمور النظرية في ذلك الوقت والشيء الذي كنت مهيئاً لعمله أصلاً كان اكتشاف هل الآلة بالشكل الذي توجد عليه عملية أم لا وهل من الممكن القيام بهذا العمل؟ كان هناك الكثير من الأسئلة التي تدور حول قصور الشحنة الفراغية وما إليها واستنتجت أن من الممكن القيام بذلك.

على الرغم من استنتاج فينمان أن طريقة ويلسون لفصل نظائر اليورانيوم كانت ممكنة حقاً من الناحية النظرية لكن عملياً تم اتباع طريقة أخرى لإنتاج اليورانيوم 235 الخاص بالقنبلة النووية ومع ذلك كان لا يزال هناك الكثير لريتشارد فينمان وتنظيره عالي المستوى لكي يفعله في المختبر الرئيسي المكلّف بتطوير القنبلة النووية في لوس ألاموس في ولاية نيو مكسيكو، بعد الحرب انضم فينمان إلى المسؤولين عن مختبر الدراسات الذرية في جامعة كورنيل ولديه حالياً مشاعر متناقضة بالنسبة للمشروع الذي عمل به لإنتاج القنبلة النووية.... هل فعل الشيء الصحيح حقاً أم كان مخطئاً في ذلك؟

فينمان:

كلا، لا أظن أني كنت مخطئاً تماماً عندما اتخذت قراري، لقد فكرت فيه وأظن أني كنت محقاً عندما اعتقدت

بعظم خطر حصول النازيين على القنبلة، وعلى كلٍ كان هناك كما أظن خطأٌ ما في تفكيري لأنه بعد هزيمة الألمان ـ كان ذلك بعد مرور فترة لا بأس بها بحدود ثلاث أو أربع سنوات ـ كنا لا نزال نعمل بجدية ولم أتوقف وحتى لم أفكر بأن الدافع الأصلي لعمل القنبلة لم يعد موجوداً والشيء الوحيد الذي تعلمته أنه إذا كان لديك دافعٌ لعمل شيءٍ ما قويٌ جداً وبدأت تعمل فيه فيجب عليك أن تلتفت بين الحينِ والآخر لترى فيما إذا كانت الدوافع الأصلية لا زالت مُحقَّة. حينما اتخذت القرار كنت أظن أن هذا الأمر محق ولكن الاستمرار دون التفكير فيه قد يكون أمراً خاطئاً، ولا أعلم ما قد يحدث فيما لو فكرت به، أنا لا أعلم. ولكن النقطة التي تتعلق بأنني لم أفكر فيه عندما تغيرت الظروف التي [جعلتني] أنضم إليه في البداية فهو الخطأ بعينه.

المذيع:

بعد خمس سنواتٍ نشطة في كورنيل استهوت كاليفورنيا الدكتور فينمان كغيره من الشرقيين قبله وبعده وكذلك المحيط المثير لمعهد كاليفورنيا التكنولوجي وكانت هناك أسبابٌ أخرى.

فينمان:

أولاً، وقبل كل شيء الطقس ليس جيداً في إيثاكا. ثانياً، أنا أحب الذهاب إلى النوادي الليلية وما شابهها.

دعاني بوب باكر للقدوم إلى هنا لإلقاء سلسلة من المحاضرات لعملٍ سبق وأن طوَّرته في جامعة كورنيل، لذلك

قمت بإلقاء المحاضرة ثم قال «هل من الممكن أن أُعيرك سيارتي؟» سعدت بذلك وأخذت سيارته وبدأت أذهب كل ليلة إلى هوليوود و Sunset Stripe وتسكَّعت في هذه المناطق وتمتَّعت بوقتي، وهذا المزيج من الطقس الجيد والأفق الواسع بالمقارنة بما يتوفر في بلدةٍ صغيرةٍ في ولاية نيويورك العليا هو الذي أقنعني في النهاية بالقدوم إلى هنا لم يكن بالأمر الصعب ولم يشكِّل أية غلطة كما كان هناك قرارٌ آخر لم يشكل أي غلطةٍ أيضاً.

المذيع:

في كلية معهد كاليفورنيا التكنولوجي عمل الدكتور فينمان مثل ريتشارد تشيس تولمان أستاذ الفيزياء النظرية وفي عام 1954 تلقَّى جائزة ألبرت آينشتاين وفي عام 1962 منحته لجنة الطاقة الذرية جائزة إي. أو. لورنس تقديراً «لمساهماته القديرة بشكلٍ خاص لتطوير واستخدام والتحكُّم بالطاقة النووية» وأخيراً وفي عام 1965 تسلَّم أكبر جائزةٍ علميةٍ على الإطلاق وهي جائزة نوبل، وشاركه فيها سين إيتيرو تومواناجا من اليابان وجوليان سكوينجر من هارفارد، وبالنسبة للدكتور فينمان كانت جائزة نوبل شيئاً غير متوقع.

فينمان:

رن جرس الهاتف وقال الرجل (أنه كان) من إحدى

شركات الإذاعة، انزعجت جداً لإيقاظي، وكان ذلك رد فعلي الطبيعي فأنت تعرف أنك تكون نصف مستيقظ ومنزعج، قال الرجل: «نحب أن نخبرك بأنك فزت بجائزة نوبل» وفكّرت في نفسي ـ وكما ترى كنت ما أزال منزعجاً ـ بأني لم أكن مسجلاً لذلك قلت «ألم يكن باستطاعتك أن تخبرني في الصباح» قال: ظننت أنك تحب أن تعرف «قلت حسناً كنت نائماً وأعدت سماعة التلفون إلى مكانها». قالت زوجتي: «ما هذا؟» قلت «فزت بجائزة نوبل» قالت: أنت تمزح كنت غالباً ما أحاول أن أخدعها ولكني لم استطع خداعها أبداً، وكلما حاولت خداعها كانت تشعر بذلك من خلال نظرتها إليّ، لذلك كانت في هذه المرة مخطئة لأنها ظنت بأني أمزح وأن الخبر نقله أحد الطلاب المخمورين لذلك لم تصدقني، وعندما قرع جرس الهاتف للمرة الثانية بعد عشر دقائق من قبل صحيفة أخرى قلت للرجل «نعم لقد سمعت ذلك تواً دعني وشأني» ثم انتزعت شريط الهاتف من المقبس وظننت أني عدت للنوم مرةً أخرى، وفي الساعة الثامنة أعدت الشريط إلى مكانه ولم أستطع النوم وكذلك زوجتي. نهضت وتجوّلت قليلاً وأعدت وصل الجهاز وبدأت أرد على الهاتف.

بعد قليلٍ من الوقت كنت راكباً في التاكسي كالمعتاد وكان السائق يتكلم وأنا أتكلم وكنت أشكو إليه مشاكلي عندما سألني هؤلاء الأشخاص ولم أكن أعرف كيف أوضح ذلك، فقال

«سمعت مقابلة لك، شاهدتها على التلفاز وكان المذيع يقول لك» هل لك أن تقول لنا ماذا فعلت للحصول على الجائزة خلال دقيقتين؟ «وحاولت أن تقوم بذلك وكنت مجنوناً... هل تعلم ما كنت سأقوله؟ بحق الجحيم أيها الرجل لو أخبرتك بدقيقتين لما كنت أستحق جائزة نوبل لذلك كان هذا هو الجواب الذي أقوله دائماً فعندما يسألني أحدٌ ما أخبرهم دوماً: انظروا إذا أردت أن أشرح ذلك بهذه السهولة فلا يستحق الأمر أن أحصل على جائزة نوبل، وهذا ليس عادلاً حقاً ولكنه نوعٌ من الأجوبة الظريفة.

المذيع:

كما ذُكر سابقاً تلقَّى الدكتور فينمان جائزة نوبل لمساهماته في تطوير نظرية تحدد المجال الذي بزغ حديثاً للحركة الكهربائية الكمومية وهو كما وصفه الدكتور فينمان «نظرية كل شيءٍ آخر» وهي لا تُستخدم في الطاقة النووية ولا في قوى الجاذبية ولكنها تنطبق فقط على تأثرات الإلكترونات مع جسيمات الضوء التي تُدعى بالفوتونات وهي تتضمَّن الطريقة التي تتدفَّق بها الكهرباء وظاهرة المغناطيسية والطريقة التي يتم بها إنتاج الأشعة السينية وتفاعلها مع أشكال المادة الأخرى، «فالكمومية» في الحركة الكهربائية الكمومية هي نظرية عُرفت في منتصف العشرينات وتنص على أن الإلكترونات المحيطة بنواة

كل ذرّة محدودة بحالات كمومية معينة أو بمستوياتٍ معينة من الطاقة وهي لا توجد إلا في هذه المستويات فقط، وتكون غير موجودة في المستويات التي تقع بينها وهذه المستويات من الطاقة المكمَّمة تحدد بشدة الضوء الساقط على النواة من بين الأشياء الساقطة الأخرى.

فينمان:

إن إحدى أكبر وأهم الأدوات الفيزياء النظرية هي سلة المهملات إذ يجب عليك أن تعرف متى تتركها وشأنها م م م؟ تعلَّمت في الحقيقة كل شيءٍ أعرفه عن الكهرباء والمغناطيسية والميكانيك الكمومي وكل شيءٍ آخر أثناء محاولتي تطوير تلك النظرية، وما حصلت من أجله على جائزة نوبل مؤخراً كان الشيء الذي حصل عام 1947 والمؤلف من النظرية العادية التي كنت أحاول إصلاحها عن طريق تغييرها حيث كانت تعاني من بعض المتاعب ولكن بيث وجد بأنك إذا فعلت الأشياء الصحيحة فقط أو نسيت شيئاً ما ولم تنسَ شيئاً آخر وفعلت العمل بشكلٍ صحيح فإنك تحصل على الأجوبة الصحيحة التي يجب أن تتأكد بالتجربة تقدّم بعض الاقتراحات لكي أدرسها، كنت أعلم الشيء الكثير عن الحركة الكهربائية في ذلك الوقت من خلال محاولتي تجربة هذه النظرية المجنونة وكتابتها بحوالي

655 شكلاً مختلفاً من النوع الذي أعرف كيف أفعله وما يريده هو، أي كيف تتحكَّم وتنظِّم هذا الحساب بطريقة سلسة وملائمة ويكون لديك الطرق الفعالة كي تنفذها، وبعبارة أخرى استخدمت الأشياء والأدوات التي طوَّرتها لأصل إلى النظرية التي وضعتها بالاستناد إلى النظرية القديمة ـ يبدو ذلك أنه هو الشيء الصحيح الذي يجب أن تفعله ولكني لم أفكر بذلك لسنين ـ ووجدت في ذلك الوقت أنها كانت قوية جداً وأني أستطيع الوصول إلى أشياء بالنظرية القديمة بأسرع من أي شخصٍ آخر من قبل.

المذيع:

بالإضافة إلى الكثير من الأشياء الأخرى، قدَّمت نظرية الدكتور فينمان عن الحركة الكهربائية الكمومية فهماً عميقاً جديداً للقوى التي تجمع المادة مع بعضها، وكذلك أضافت كمية أخرى قليلة إلى ما نعرفه عن خصائص الجسيمات الصغيرة ذات العمر القصير جداً والتي يتألف منها كل شيءٍ موجودٍ في الكون وعندما يتعمق الفيزيائيون بشكلٍ أكبر في بنية الطبيعة سيجدون أن ما بدا مرةً بسيطاً جداً يمكن أن يكون معقَّداً جداً، وأن ما بدا معقَّداً جداً يمكن أن يكون بسيطاً جداً وأدواتهم في ذلك محطمات الذرة ذات الطاقة العالية التي تستطيع تكسير الجزيئات الذرية إلى شذفٍ أصغر وأصغر.

فينمان:

عندما بدأنا ننظر إلى المادة رأينا ظواهر عديدة مختلفة ـ الرياح والأمواج والقمر وغيرها من الأشياء. حاولنا التعرُّف عليها وتساءلنا هل تشبه حركة الريح حركة الأمواج وما إلى ذلك من أمور؟ وبالتدريج وجدنا أن أشياء وأشياء كثيرة تتشابه فيما بينها ولم تكن الاختلافات كبيرة بالقدر الذي كنا نظنه، فهمنا كل الظواهر كما حصلنا على المبادئ التي تتحكَّم بها، وكان يبدو أن أحد أهم المبادئ هو الفكرة القائلة بأن الأشياء مصنوعة من أشياء أخرى. وجدنا مثلاً أن المادة بكاملها مؤلفة من ذرات عندئذٍ يمكنك فهم الكثير طالما أنك تفهم خصائص الذرات، وفي البداية يُفترض بأن الذرات بسيطة ولكن اتضح بأنك كي تستطيع أن توضح كل الأنواع المختلفة، أي ظاهرة المادة فيجب أن تكون الذرات أكثر تعقيداً وأن هناك 92 ذرة. في الحقيقة يوجد أكثر من ذلك لأن لكلٍ منها وزنٌ مختلف ولكي تفهم عندئذٍ الأنواع المختلفة لخصائص الذرات تبدأ عندها المشكلة الثانية. وقد وجدنا أننا نستطيع أن نفهم فيما إذا قررنا أن الذرات نفسها مؤلفة من أجزاء ـ في هذه الحالة المعينة فإننا نعني النواة التي تدور حولها الالكترونات ـ وأن كل الذرات المختلفة هي أعدادٌ مختلفة من الالكترونات فإننا نحصل على نظامٍ مجمع جميل يعمل بفعالية.

تتألّف الذرّات المختلفة من نفس المكونات ولكن بأعداد متباينة من الالكترونات، وعلى اعتبار أن النواة هي التي تختلف لذلك بدأت الدراسة بها، كان هناك أنواعٌ كثيرة وحالما بدأت التجارب بضرب الأنوية مع بعضها ـ من قبل رذرفورد ورفاقه ـ اكتشفوا في البداية اعتباراً ـ من عام 1914 ـ أنها كانت معقّدة، كما أدركوا في ذلك الوقت أنها يمكن أن تُفهم إذا كانت مؤلفة من أجزاء أيضاً. في الواقع تتألف الذرّة من بروتونات ونيوترونات، وهي تتآثر عن طريق بعض القوى التي تمسكها معاً، ولكي نفهم النواة يجب علينا أن نفهم هذه القوة أكثر قليلاً، وبشكلٍ عرضي ـ وبالنسبة لموضوع الذرات كان هناك أيضاً قوة وهي قوة كهربائية ونحن نفهمها جيداً، وهكذا وبالإضافة إلى الالكترونات كانت هناك القوة الكهربائية التي تمثلها فوتونات الضوء، والضوء والقوة الكهربائية متكاملان معاً ويؤلفان شيئاً واحداً يدعى الفوتونات لذلك ففي العالم الخارجي ـ إذا جاز التعبير ـ الموجود خارج النواة توجد الالكترونات والفوتونات ونظرية سلوك الالكترونات هي ما يسمى بالحركة الكهربائية الكمومية وهذا هو الشيء الذي عملت به وحصلت بموجبه على جائزة نوبل.

وإذا ذهبنا الآن إلى النواة فإنها يمكن أن تتألف من بروتونات ونيترونات ولكن تبقى هناك هذه القوة الغريبة، إن محاولة فهم هذه القوة الغريبة هي المشكلة الثانية، ومختلف

الإقتراحات التي تقول باحتمال وجود جسيمات أخرى كان قد قدمها ياكاوا*، وهكذا أجرينا تجارب تضمَّنت ضرب البروتونات والنيوترونات معاً بطاقة عالية فظهرت أشياء جديدة تدعى الميزونات. يبدو أن ياكاوا كان على حق، تابعنا التجربة، وما حدث بعد ذلك أننا حصلنا على أعداد كبيرة من الجسيمات المختلفة وليس نوعاً واحداً من الفوتونات، كما ترى نحن ضربنا الفوتونات والنيوترونات معاً وحصلنا على أكثر من 400 نوع من الجسيمات المختلفة ـ جسيمات لامبدا وجسيمات سيجما وكلها جسيماتٌ مختلفة وميزونات K وما إلى ذلك. حسناً كما توصَّلنا صدفةً إلى الميونات ولكن يظهر أن ليس لها علاقة بالنيترونات والبروتونات وعلى الأقل ليس أكثر من علاقة الالكترونات وهذا جزءٌ إضافي آخر غريب لا ندري إلى أين سيقودنا وهو يبدو كإلكترون ولكنه أثقل وبهذا الشكل وجد لدينا إلكترونات وميونات لا تتآثر بقوة مع الأشياء الأخرى وهذه الأشياء الأخرى ندعوها جسيمات متآثرة بشدة أو ندعوها بالهاردونات، وهي تضم البروتونات والنيوترونات وكل الأشياء التي تحصل عليها فوراً عندما تضربها مع بعضها بقوة. المشكلة الآن هي أن تحاول تمثيل الخصائص العائدة لكل هذه الجسيمات باستخدام أي طريقة تنظيمية وهذه لعبة كبيرة وكلنا

* هيديكي يوكاوا (1907 ـ 1981) الفائز بجائزة نوبل للفيزياء عام 1949 لتنبؤه بوجود الميزون (التحرير).

نعمل عليها وهي تُدعى فيزياء الطاقة العالية أو فيزياء الجسيمات الأساسية، وكان من المعتاد أن تسمَّى بفيزياء الجسيمات الأساسية ولكن لا أحد يصدق أن 400 جزء مختلف هي أجزاءٌ أساسية. هناك احتمالية أخرى وهي أن هذه الأجزاء نفسها مؤلفة من أجزاءٍ أعمق وهذا يبدو أنه احتمالية معقولة وبهذا الشكل تم اختراع نظرية تدعى نظرية الكواركات والشيء المؤكد بالنسبة لأشياء مثل البروتونات مثلاً أو النيوترونات أنها تتألف من ثلاثة أجزاء تدعى الكواركات.

المذيع:

لم يستطع أحد حتى الآن أن يرى الكوارك وهذا أمرٌ مؤسف لأنها يمكن أن تمثِّل وحدات البناء الأساسية لكل الذرات الأخرى الأكثر تعقيداً والجزيئات التي يتألَّف منها الكون. وقد اختير الاسم عشوائياً من قبل زميل الدكتور فينمان موراي جلمان منذ عدة سنوات، وكنوعٍ من المفاجأة للدكتور جلمان فإن القصاص الإيرلندي جيمس جويس قد توقَّع هذا الاسم مسبقاً قبل ثلاثين عاماً في كتابه Finnegan's Wake وكانت العبارة الرئيسية «ثلاث كواركات للميد موستر مارك» وحتى أن ذلك كان مفاجأةً أكبر على اعتبار، كما أوضح الدكتور فينمان، أن الكواركات التي شكَّلت الجسيمات الموجودة في الكون أتت على شكل ثلاثيات وفي بحثهم عن الكواركات يقوم الفيزيائيون بضرب البروتونات والنيوترونات معاً بطاقات عالية جداً على أمل

أن تتحطم إلى أجزائها من الكواركات خلال عملية الضرب هذه.

فينمان:

كل ذلك صحيح، وأحد الأشياء التي أعاقت نظرية الكوارك هو أنها حولاء بشكلٍ واضح، لأن الأشياء لو كانت مصنوعة من كواركات وضربنا بروتونيين ببعضهما فينتج ثلاث كواركات في بعض الأحيان، ولكن اتضح أنه في نموذج الكوارك الذي نحن بصدده فإن الكواركات تحمل شحناتٍ كهربائية غريبةً جداً، وكل الجسيمات التي نعرفها في العالم تحمل شحناتٍ متكاملة وعادةً ما تكون عبارة عن شحنة كهربائية واحدة ذات إشارة زائد أو ناقص أو بدون إشارة على الإطلاق، ولكن نظرية الكواركات قالت بأن الكواركات تحمل شحناتٍ مثل ناقص ثلث أو زائد ثلثين من الشحنة الكهربائية، وإذا وجد مثل هذا الجزيء فإنه سيكون واضحاً لأن عدد الفقاعات التي سوف يتركها في حجرة الفقاعات عندما يرسم خط سيره ستكون أكثر (صغراً)، فإذا كان لديك ثلث شحنة فإنها سوف تثير 1/9 من الذرّات عندما تعود ـ مربع العدد ـ على نفس المسار، أي سيكون هناك واحد على تسعة من الفقاعات على طول هذا المسار مما تحصل عليه بالنسبة لجسيم عادي وهذا واضح لأنك إذا شاهدت مساراً مرسوماً بخطٍ فاتح فلا بد من أن يكون هناك شيءٌ خاطئ، وقد فتّشوا وفتّشوا عن مثل هذا المسار ولم

يجدوه حتى الآن، وهذا هو أحد المشاكل الخطيرة وهنا تكمن الإثارة، هل نحن نسير على المسار الصحيح أم نحن نسير في ظلام دامس حيث يكون الجواب موجوداً هناك أو إلى اليمين أو نحن نقوم بشمّها عن قرب ولم نصل بعد إلى الشيء الصحيح؟. وعندما نفهمها بالشكل الصحيح فسوف نفهم فجأةً لماذا بدت التجربة مختلفة.

المذيع:

وماذا لو كانت هذه التجارب ذات الطاقة العالية بمحطّمات الذرة وحجرات الفقاعات قد أظهرت فعلاً أن العالم مؤلفاً من كواركات؟ هل سنكون قادرين على رؤيتها بطريقة عملية؟

فينمان:

حسناً، بالنسبة لمشكلة فهم الهاردونات والميونات وما إليها، فإني أرى في الوقت الحاضر عدم وجود أي تطبيقٍ لها على الإطلاق أي لا يوجد عملياً أي شيء، وفي الماضي قال الكثيرون أنهم لا يرون أي تطبيق فإذا هم فيما بعد يجدون لها تطبيقات عملية وكثيرٌ من الناس يأملون تحت هذه الشروط أنه لا بد من وجود شيءٍ مفيد ولكن لكي يكون أميناً ـ أعني أنه يبدو غبياً: فالقول أنه لا يوجد أي شيءٍ مفيد هو حماقةٌ واضحة، لذلك سأكون أحمقاً وأقول: هذه الأشياء لن يكون لها أي تطبيق ـ وعلى حد ما أعلمه فأنا غبيٌ جداً إذا كنت أتوقع أن

أرى ذلك. إذاً؟ لماذا تقوم بكل هذا العمل؟ فالتطبيقات ليست هي الشيء الوحيد في العالم ومن الممتع جداً أن نعرف ممَّ يتألَّف الكون، وهي نفس المتعة والفضول الذي دفع الإنسان لبناء المقاريب (التلسكوبات)، ما الفائدة من اكتشاف عمر الكون؟ أو ما هي هذه الكوازارات (أشباه النجوم) التي تنفجر على هذه المسافات الهائلة؟ أعني ما فائدة كل إنجازات علم الفلك؟ لا يوجد أيّ منها وعلى الرغم من ذلك فهي ممتعة، لذلك فإنني أتبع نفس هذا النوع من الاكتشاف لعالمنا وإنه لحب الفضول الذي أحاول أن أشبعه وإذا كان الفضول الإنساني يمثل حاجة فلا بد من محاولة إشباع هذا الفضول، عندها يكون الأمر عملياً بمعنى أن الفضول هو الفضول، هذه هي الطريقة التي أنظر بها إلى الموضوع في الوقت الحاضر ولن أتقدم بأي وعد بأن الأمر سيكون عملياً من حيث المعنى الاقتصادي.

المذيع:

هذا بالنسبة للعلم نفسه فماذا يعني ذلك بالنسبة لنا، يقول الدكتور فينمان أنه يرفض أن يفلسف الموضوع، ولكن ذلك لم يمنعه من الخروج بأفكارٍ ممتعة واستفزازية تدور حول ما يعتقده بأنه علمي وغير علمي.

فينمان:

حسناً، سأقول بأن العلم هو نفسه كما كان دائماً منذ اليوم

الذي بدأ فيه وهو عبارة عن السعي وراء فهم موضوع معين أو فهم شيءٍ يستند إلى المبدأ الذي يقول بأن ما يحدث في الطبيعة هو صحيح وهو الحكم على صحة أي نظرية تدور حوله، يقول ليسينكو: إذا قطعت ذيول الجرذان لخمسمئة جيل عندها لن يكون للأجيال الجديدة التي تلد أي ذيول (أنا لا أعرف فيما إذا قال ذلك أم لا، ولكن لنقل أن السيد جونز هو الذي قال ذلك) وإذا جرَّبته بعد ذلك ولم ينجح فنعلم عندها أن الأمر غير صحيح، هذا هو المبدأ، أي الفصل بين الصحيح والمزيَّف عن طريق التجربة والخبرة، وهذا المبدأ وهيكل المعرفة الناتج عنه والموافق له هو ما يمكن أن ندعوه بالعلم.

نجلب إلى العلم أيضاً، بالإضافة إلى التجربة، كمية هائلة من المحاولات الثقافية الإنسانية المتمثّلة في التعميم، والعلم ليس مجرد مجموعة من تلك الأشياء التي حدثت وكانت صحيحة عندما جُرِّبت، وهو ليس مجموعة من الحقائق تدور فقط حول عما يحدث عندما تقطع ذيول (الجرذان) لأنه سيكون كثيراً جداً بالنسبة لنا لكي نحفظه في عقولنا فلقد وجدنا عدداً كبيراً من التعميمات فمثلاً إذا كان حقيقياً بالنسبة للجرذان والقطط فسنقول بأنه حقيقيّ أيضاً بالنسبة للثدييات، ثم نكتشف أنه إذا كان حقيقياً بالنسبة للحيوانات الأخرى فلا بد أن يكون حقيقياً بالنسبة للنباتات ويصبح أخيراً خاصية من خصائص الحياة لحدٍ معيَّن بحيث لا يُورث كخاصية مكتسبة، وهذا ليس

صحيحاً بدقَّة لا فعلياً ولا مطلقاً، وقد اكتشفنا فيما بعد تجارب تظهر أن الخلايا يُمكن أن تحمل معلومات على حبيباتها الخيطية أو على أي شيءٍ آخر بحيث نستطيع تعديلها أثناء مضينا في البحث ولكن على اعتبار أن كل المبادئ يجب أن تكون أعم وأوسع ما يمكن وأن تكون متفقة مع التجربة وهذا هو التحدي.

كما ترى تتمثل المشكلة في الحصول على حقائق من التجربة (تبدو بسيطة جداً جداً، جربها وسوف ترى) ولكن الإنسان ذو شخصية ضعيفة، وقد اتَّضح أن القيام بالتجربة وانتظار النتائج أصعب مما تعتقد. فمثلاً خذ التعليم، يأتي شخصٌ ويرى الطريقة التي تدرس بها الرياضيات ويقول «لدي فكرة أفضل، سأقوم بعمل حاسوب على شكل لعبة وأعلم الطلاب بها» ثم يُحاول تجربتها على عددٍ من الأطفال، وإذا لم يكن لديه عددٌ كبيرٌ من الأطفال ربما أعطاه أحدهم صفاً ليجرِّب عليه وهو يحب ما يقوم به ومتحمِّس ويفهم قضيته تماماً فيعرف الأطفال أن هذا شيءٌ جديدٌ بالنسبة لهم، لذلك فهم متحمِّسون جداً ويتقبَّلون الأمر بصورةٍ جيدة جداً ويتعلمون الحساب العادي بصورةٍ أفضل مما يفعله بقية الأطفال وعندما تقوم باختبارهم تكتشف أنهم تعلموا الرياضيات وسجل هذا الأمر على أنه حقيقة ويتحسن تدريس الرياضيات بهذه الطريقة. لكن هذا الأمر ليس حقيقة لأن أحد شروط التجربة كان ينص على أن الشخص الذي اخترعها هو الذي يقوم بالتدريس والشيء الذي تريد أن

تعرفه فعلاً هو: إذا كان لديك هذه الطريقة مشروحة في كتاب بالنسبة لأستاذٍ متوسط (وأنت مضطرٌ لأن يكون لديك أساتذة متوسطون لأن الأساتذة منتشرون في كل أنحاء العالم وكثيرٌ منهم متوسطون) فإنه سيأخذ هذا الكتاب ويحاول أن يدرسه حسب الطرق الموصوفة، فهل يكون هذا الأمر أفضل أم لا؟ وبعبارةٍ أخرى ما يحدث هو أنك تحصل على كل الحقائق المنشورة عن التعليم وعلم الاجتماع وحتى عن علم النفس وكل الأشياء التي أدعوها بالعلم المزيَّف، يدعي هؤلاء بأنهم قاموا بعمل إحصائيات بشكلٍ دقيقٍ جداً وقاموا بإجراء التجارب وهي في الواقع غير مضبوطة بتجارب شاهدة كما أن (النتائج) غير قابلة للتكرار وغير مضبوطة بتجارب شاهدة أيضاً ويكتب المجرِّبون تقارير عن كل هذه الأمور، وعلى اعتبار أن العلم الذي يتم عمله بطريقة دقيقة يكون ناجحاً فإن قيامهم بعمل شيءٍ مشابهٍ يمكنهم من الحصول على بعض الشرف ولدي مثالٌ على ذلك:

في جزر سليمان، كما يعرف الكثير من الناس، لم يفهم السكان البدائيون الطائرات التي هبطت في جزرهم خلال الحرب العالمية الثانية وجلبت كل أنواع البضائع الخاصة بالجنود ولديهم الآن ما يُسمَّى بعبادة الطائرات حيث قام هؤلاء البدائيون بمد مهابط صناعية ووضعوا المشاعل حولها على أنها أضواء تساعد الطائرات على الهبوط، يجلس أحدهم في كوخٍ خشبي

وعلى رأسه سماعاتٌ خشبية مع عيدانٍ من الخيزران على شكل هوائيات ويحرّك رأسه جيئةً وذهاباً كما صنعوا بيوتاً خشبية لهوائي الردار وكل الأشياء اللازمة على أمل إغراء الطائرات بالقدوم إليهم مع ما تحمله من بضائع يقلد هؤلاء البدائيون العمل بدقة كما فعل الطرف الآخر تماماً»

إن كثيراً جداً من نشاطنا المعاصر في العديد من المجالات يُشابه هذا النوع من العلم الذي يدعو الطائرات للقدوم، فمثلاً علم التربية والتعليم ليس بعلم على الإطلاق فهو يشتمل على ذلك النوع من العمل الذي يشتاق لتلك الطائرات الخشبية ولكن ذلك لا يعني بأنهم يجدون شيئاً فعلياً، لنأخذ علم الجريمة وإصلاح السجون ومعرفة لماذا يرتكب الناس الجرائم... انظر إلى العالم فنحن نفهمه أكثر عن طريق فهمنا الحديث لهذه الأشياء، هناك الكثير حول التعليم والكثير فيما يتعلّق بالجريمة فعلامات الطلاب في الامتحانات تنخفض باستمرار ويزداد عدد الذين يدخلون السجن ويزداد عدد الشباب الذين يرتكبون الجرائم ونحن لا نفهم لماذا يحدث كل ذلك ومن العبث القيام باكتشاف أشياء جديدة عن هذه المواضيع باستخدام الطريقة العلمية من نوع التقليد الذي يُستخدم الآن. حالياً ! هل ستنجح الطريقة العلمية في هذه المجالات إذا عرفنا كيف نستخدمها؟ الجواب: لا أعرف لأن الاستمرار بهذا الشكل ليس جيداً بالضبط، ربما توجد طريقةٌ أخرى.... فمثلاً الإصغاء

إلى أفكار الماضي وخبرات الآخرين لمدة طويلة من الزمن يمكن أن يكون فكرة جيدة، وتكون الفكرة جيدة بعدم الرجوع إلى الماضي عندما يكون هناك مصدرٌ مستقلٌ آخر للمعلومات وقررت اتباعه، ولكن يجب عليك الانتباه إلى من تَتَّبع إذا قررت أن (تتجاهل) حكمة من سبقك في النظر إليه وفكَّر فيه ووصل إلى نتيجةٍ غير علمية فهؤلاء لهم الحق في أن يكونوا محقِّين مثلك تماماً في هذا العصر بالوصول إلى نتيجة غير علمية.

حسناً ما رأيك؟ هل أصلح أن أكون فيلسوفاً؟

المذيع:

في هذه الحلقة من مستقبل العلم ـ وهي سلسلة مسجَّلة من المقابلات مع الفائزين بجائزة نوبل ـ استمعتم إلى الدكتور ريتشارد فينمان من معهد كاليفورنيا التكنولوجي. تم تحضير السلسلة تحت رعاية الاتحاد الأمريكي لتقدم العلم.