

والثاني بما استنتجه رياضياً من هذه المشاهدات . فوصل الى معرفة أن مدار الكوكب حول الشمس قطع ناقص والشمس في إحدى بؤرتيه

وجاء جاليليو وتمكن بمظهره من تأييد فكرة النظام الشمسي الجديد برؤية مثل هذا النظام في الكون في المشتري وقاماره . وكذلك عرف معنى القصور الذاتي ، ووضع أساس علم الديناميكا بتوصله الى قوانين الحركة التي تنسب خطأ الى نيوتن . وبذلك يكون نيوتن قد ولد وكيفية تحرك الأجسام على الأرض وتحرك الكواكب حول الشمس قد عرفت ، ولكن السبب في ذلك لم يصل اليه غيره . ولقد حاولوا قديماً معرفة ذلك السبب ولكن كل ما وصلوا اليه هو أنه اذا اختارت الأجرام السماوية أن يتحرك بعضها حول بعض بنظام خاص فهذا من شأنها لا من شأن الانسان ساكن احد هذه الأجرام

تلك كانت حالة علم الفلك بغض النظر عن خزعبلات ما كان يسمى « علم » التنجيم . أما في الرياضيات فقد كانت كتب اقليدس في الهندسة وأرشيديس في الرياضيات معروفة من زمن بعيد . والجبر كان يشارك الهندسة في قدمها إلا أنه كان معقداً ليس بالسهولة التي نعرفها عنه الآن . والحساب كان مهمة شاقة ، حتى أن مستر صمويل بييس الذي صار فيما بعد رئيساً للجمعية الملكية بلندن يقول في يومياته أنه كان بعد أن نال درجته من جامعة كامبردج يسلي نفسه كل مساء بحفظ جدول الضرب ! أما حساب اللوغاريتمات فكان نابيير قد اخترعه في سنة ١٦١٧

. وفي الكيمياء كان العلماء لا يزالون في بحثهم وراء حجر الفلاسفة ، وتحويل المعادن الخسيسة الى أخرى ثمينة ، ولو أن بعض العناية كانت قد اتجهت الى استخدام الكيمياء في صنع الأدوية . ولكن حال هذا العلم لم يصلح إلا بعد أن أثبت نيوتن أن العالم مساق بقانون طبيعي عام ، فاتجهت العناية الى إيجاد القوانين التي تحكم العالم المادي والتغيرات التي تطرأ عليه ، حتى أمسك دالتون بطرف المحيط في سنة ١٨٠٨ فوضع مبادئ النظرية الذرية

أما في البصريات فقد كان قانون الانعكاس معروفاً لدى العالم العربي الحسن بن الهيثم في أوائل القرن الحادى عشر وكذلك تركيب العين وكيفية رؤيتها للأجسام . وقد ذكرنا أن جاليليو

اسحاق نيوتن

١٦٤٢ - ١٧٢٧

« من فاق جميع الرجال في النبوغ » ؟ (١)

بقلم مصطفى محمود حافظ

العالم قبل نيوتن

قد يبدو أن في دراسة حالة العالم العلمية كما وجدها نيوتن ، وذكر الحقائق التي كانت معروفة ومتراكمة من قبله ، والتي درسها نيوتن فأخرج منها للعالم تلك القوانين التي رفته الى الهروة ، قد يبدو أن في ذلك غضا من عبقريته . ولكن ذلك غير حقيق ، فالرجل الذي تمكن أن ينتزع من الردوس الأفكار التي كانت تجول فيها حيرى لا تدرى سبيلاً الى الظهور ، يستحق كل ما أعطى من شرف حتى ولو جاء مبالغاً فيه من أبناء جلدته الذين يحملون منه أكبر مفكر ظهر على الأرض

كانت أوربا قد أخذت تتحرر في أوائل القرن السابع عشر من الجمود العلمي الذي لازمها في المصور الوسطى ، والذي كان سيئه الأعظم محاربة رجال الكنيسة لكل فكرة علمية فيها مخالفة لتعاليمهم الدينية ، وكذلك اقتصار المعلمين على البحث الكلاسيكي ودراسة كتب الأقدمين الفلسفية دون الاستعانة بالملاحظة والتجربة

فكان العالم قد بدأ ينبذ « نظرية بطليموس » في تركيب الكون ، وهي التي كانت تقول بأن الأرض وهي مهيطة أرقى المخلوقات (الانسان المفكر) يجب أن تكون مركز الكون ، تدور حولها الشمس والكواكب والنجوم ، ويرحب بنظرية « كوبرنيك » التي تقول بأن الأرض كرة تدور حول نفسها فيحدث الليل والنهار ، وتدور حول الشمس مع الكواكب فيحدث اختلاف الفصول . وكان الخطأ الذي وقع فيه « كوبرنيك » من اعتباره مدارات الكواكب حول الشمس دوائر قد أصلحه « تيخوبراه » و « كبلر » ، الأول بما سجله من مشاهدات

(١) Qui genus humanum ingenia Superavit.

الجملة اللاتينية المحفورة على تمثال في كلية ترينتي بكامبردج

وجعلها في حركة دائمة ، وكان ينتهز هبوب العاصفة ليقفز في الهواء مرة مع الريح وأخرى ضده ليقدر سرعته .

ولما بلغ الرابعة عشرة من عمره رجع مكرهاً من مدرسته في « جراتام » الى المزرعة الصغيرة في وولثورب « ليساعدها التي رجعت اليها بعد وفاة زوجها مع ولد وابنتين كانا ثمره هذا الزواج الثاني . ولكنه لم يلبث بموتة خاله أن رجع الى « جراتام » في السادسة عشرة وظل ثلاث سنوات يعمل استمداداً للذهب الى « كامبردج » مكافئ الفقر الذي ظل ملازماً له زمناً طويلاً

دراسة في كامبردج

غادر نيوتن جراتام في يونيو سنة ١٦٦١ وهو في التاسعة عشرة الى كامبردج وهناك التحق بكلية « ترنيتي » كطالب خادم يقوم بتقديم الطعام لزملائه في نظير أكله بدون أجر . ولا يعلم إلا القليل عن سنواته الأولى في كامبردج ، ومن ذلك أنه أتى من حضور محاضرات المنطق لأنه كان يعرف منه قدر ما يعلم أستاذه ، وأنه درس بنفسه كتاب البصريات لكبير قبيل إلقاء محاضرات هذا الموضوع حتى دُهنس أستاذه من مقدار تمكنه من هذا الموضوع ، وقد لازمه هذا الميل الى البصريات طوال حياته . وقد كان يتكلم لأستاذ هو أحد أعلام عصره في الرياضيات يدعى « اسحاق بارو » وقد عرف القدرة الرياضية الكامنة في تلميذه فشجعه على التقدم فقرأ كل الكتب الرياضية ، إلا أنه كان دائماً ضعيفاً في الهندسة ، حتى أن ممتحنه عابوا عليه هذا الضعف في احد امتحاناته . وقد نال درجته الجامعية في ١٦٦٤ وغادر كامبردج الى مزرعته قبل أن يصل اليها الطاعون التاريخي المشهور الذي سبب ترحيل كل طالب الى بلده

وقد قضى نيوتن في المزرعة مكرهاً سنتين كاملتين كان فيها بعيداً عن مكتبة الجامعة وأجهزتها ولكنه استعاض عن ذلك بما كان قد حفظ من معلومات في ذلك العقل الراجح الذي أخرج للعالم في هاتين السنتين اربعة اكتشافات كل منها يكفي للتخليد لو أنه صدر من شخص غير نيوتن

اكتشافاته الرياضية الأولى

النظرية ذات الحدين : ظهرت عبقرية نيوتن عند اول ظهورها في الرياضيات مع انه لم تبد عليه وهو في كامبردج علائم هذا النبوغ ، وقد كان اول انتاج رياضي له هو اكتشافه « نظرية ذات الحدين »

كان قد اخترع التلسكوب ، وفي نفس الوقت تقريباً اخترع صانع نظارات يدعى « زكريا يوانيدس » للميكروسكوب . وقيل زمن نيوتن توصل « سنيل » الى معرفة قانون الانكسار ، ولو أن الذي وضعها في صيغتها المعروفة الآن هو « ديكارت »

تلك فكرة موجزة عن حالة العلوم التي اشتغل فيها نيوتن وكان موثقاً كل التوثيق

طفولته وأيام المدرسة في جراتام :

في يناير سنة ١٦٤٢ وفي مزرعة صغيرة يدعى « وولثورب » جنوب « جراتام » أبصر اسحاق نيوتن الدنيا بعد أن كان اسحاق نيوتن الأب قد أغمض عينيه الى الأبد . ولا يعرف شيء عن سنواته الثلاث الأولى التي تزوجت بعدها أمه فنزحت مع زوجها الى مقر عمله تاركة نيوتن في كفالة جدته من أمه ، فأرسلته الى مدرسة القرية الصغيرة لبنال من التعليم ما كان يُظن أن فيه الكفاية لتلك العقل الصغير الذي خلق ليكون جباراً ، ولكن خاله رأى قبساً من عبقريته فكان سبباً في إرساله الى مدرسة الملك في « جراتام » ، تلك المدرسة التي رأت بزوغ نجم من ألمع النجوم في العلوم ، والتي لا تزال تحتفظ حتى اليوم على خشب احدي نوافذها باسم « ا . نيوتن » محفوراً فيها . كان في أول أمره خجولاً غيباً بعض الشيء . بناله من زملائه الشيء الكثير من الاستهزاء الذي ازداد حتى وصل الى أن ركله زميل ضخم الجثة في فناء المدرسة . عند ذلك انفجر ما كان كامناً فيه من عبقرية ، لأنه لم يكتف بأن ثار لنفسه من هذا الزميل الضخم بأن تغلب عليه جبنياً وجعله يدرك أنه في حائط المدرسة ، بل كان عليه أن يفوقه في الشئون المدرسية لأنه كان يفوق نيوتن في ذلك .

وقد نال ما ابغى وأصبح « أول » المدرسة التي كانت تتكون من فصل واحد فيه عدة مجاميع ، واحتفظ بذلك اللقب حتى غادرها كان نيوتن مغتماً في طفولته بصنع الألعاب والآلات الصغيرة ليعرضها على صديقاته الصغيرات ، وكانت أحسن اليه كما يقول سير . ج . ج . تومسن « مس ستوري » التي ظلت حبيته الوحيدة ، والتي لم يتزوجها لأنه لم يتزوج . فكان يصنع الطيارات من الورق ويضع فيها شمعاً موقداً فيظنها الفلاحون البسطاء مذنبات . وكان ماهراً في عمل المزاويل والساعات المائية ، وقد أدار طاحونة هوائية بأن حبس بعض النيران في صندوق

بال تفصيل وعرف ان الاجسام تقصر قصورا ذاتيا عن ان تغير حالتها من السكون أو الحركة المستقيمة . ثم جاء نيوتن فرأى من خلال ذلك أخطر قانون انقلابي وصل اليه الإنسان . لقد ربط بين قوانين كبلر الفلكية وقوانين جاليليو الديناميكية فكشف عن النظام الكوني العام في قانون الجذب العام

فانه كما يريدنا فولتير ان نعتقد ، كان جالسا في حديقته بعد عشاء صرفه في حل مشكلة رياضية او صقل عدسة زجاجية عند مارأى تفاحة تسقط من أعلى الشجرة . فسأل نفسه ذلك السؤال القديم الذي لم يكن قد أجاب عنه أحد ، سأل نفسه عن علة سقوط التفاحة . وهنا كان قد قدّر لتفسير الحركة الكونية الآن تظل لغزا فاشتغل بها عقل ذلك الشاب الصغير . لقد ذهب عقله الى ما هو أبعد من التفاحة وسقوطها . هي تسقط لأن الأرض تؤثر فيها وهي بعيدة عنها في أعلى الشجرة ، فاذا يحدث ان هي ارتفعت الى ما هو أبعد من ذلك ؟ لقد رأما نيوتن بمبنى عقله لأتزال عميل الى السقوط على الأرض ، ولكن بقوة تصور انها تتناقص تبعا لقانون التريسي العكسي . حتى اذا ما وصل بتفاحته الى القمر تركها ليأخذ القمر ، فراه لابد وان يكون متأثرا هو الآخر بقوة الأرض ، اذن لا يمكن أن تكون حركة القمر حول الأرض ، وتقيده بهذه الحركة وعدم انطلاقه في خط مستقيم على حسب قانون التصور الذاتي ، الا يمكن ان يكون ذلك راجعا الى تأثره بنفس القوة التي تؤثر بها الأرض على التفاحة ؟

كان في هذا الألهام بدء ظهور القانون العام الذي يحكم حركة الماديات في الكون ، فانطلق نيوتن يستمين بالرياضة على تحقيق ما وصل اليه فكان في حاجة الى معرفة نصف قطر الكرة الأرضية حتى يقارنه بيمد القمر عن مركز الأرض ، وهنا شاء القدر ألا يظهر هذا القانون في سنة ١٦٦١ بل بعدما بستة عشر عاما نحات نيوتن ذاكرة في تذكر نصف قطر الأرض فاعتبره ٣٤٤٠ ميلا . وهو ٣٩٦٠ ميلا ، ولم يتمكن من التحقق من صدق ذاكرته لانزوائه في مرضه وبعده عن كمبريدج ومكتبها ومراجعتها فكان ماوصل اليه رياضيا لا يتفق مع المشاهدات العملية . عند ذلك شعر بالخيبة في ذلك الأمل البراق الذي كان يراه ، وهو الوصول

(البنية على صفحة ١٠٤٠)

وهي النظرية التي تمكن بواسطتها بدون اجراء عملية ضرب من ايجاد حاصل ضرب مقدار على صورته (س + ص) في نفسه اي عدد من المرات ، او بمعنى رياضي آخر ايجاد ناتج رفع هذا المقدار الى اي أس وترتيب حاصل الضرب في شكل منتظم سهل

قد يكون هذا الأكتشاف طبيعيا مع شخص له نباهة نيوتن الرياضية ودقة ملاحظته ، ولكن اكتشافه الرياضي الآخر كان نتيجة حبه للظواهر الطبيعية وميله لفهم دقائقها وحل معضلاتها حساب التفاضل والتكامل : كان ارشميدس واقليدس قد حاولا ان يقدرا بالضبط مساحات الاشكال المحاطة بخطوط منحنية ولكنها لم يفلحا ، وجاء بعدها كبلر وجاليليو واشتدت بهما الحاجة الى ذلك لتطبيق قانون كبلر الثاني في حركة الكواكب وهو القائل « ان المستقيم الواصل بين الكوكب والشمس يسمح في الفضاء مساحات متساوية في ازمة متساوية » فتألما من الفشل مانال ارشميدس واقليدس . فجاء ذلك الشاب الذي لم يتجاوز الرابعة والعشرين من عمره وحل ما يحجز عنه هؤلاء ، وذلك باكتشافه نوعا آخر من الرياضة هو حساب التفاضل وحساب التكامل

فاذا أعطينا معادلة رياضية تشمل مقدارين احدهما يتغير بالنسبة لتغير الثاني ، وذلك كتغير المسافة التي يقطعها قطار بتغير الزمن فان حساب التفاضل يمكننا من معرفة معدل تغير المسافة المقطوعة بالنسبة الى الزمن في أية لحظة كانت ، اي معرفة سرعة القطار في اي لحظة

اما حساب التكامل فهو الذي تمكن به نيوتن من ايجاد مساحات الأشكال المحدودة بمنحن او اكثر وذلك بتقسيمها الى اشكال متناهية في الصغر ، ثم ايجاد مجموع مساحاتها في حدود معينة وهو ما يمكن الفلكيين الآن من معرفة وقت حدوث الخسوف والكسوف بتلك الدقة التي نذهلنا احيانا

قانون الجذب العام : والان جاء دور ذلك الاكتشاف الهائل الذي تضمنحل مجواره دائما اكتشافاته الأخرى على خطورتها . ذلك القانون الذي غير نظر الانسان الى الكون

كان كبلر قد عرف قوانين حركات الكواكب حول الشمس ولكنه لم ير علاقة بين حركات الكواكب وحركة الأجسام التي تسقط على الأرض . وجاء جاليليو فدرس قوانين سقوط الأجسام