جان بول أوفري
نيوتن
أو انتصار الخيمياء
ترجمة
د. عزالدين الخطابي

جان بول أوفري

نيوتن

أو انتصار الخيمياء

للمزيد والجديد من الكتب والروايات
تابعوا صفحتنا على فيسبوك
مكتبة الرمحي أحمد

ترجمة
د. عزالدين الخطابي

مراجعة
د. فريد الزاهي

telegram @ktabpdf

© هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة - مشروع «كلمة»
بيانات الفهرسة أثناء النشر

QC16.N7 A8412 2016

Auffray, Jean-Paul

[Newton ou le triomphe de l'alchimie]

نيوتن، أو، انتصار الخيمياء / تأليف جان بول أوفري ؛ ترجمة عز الدين الخطابي ؛ مراجعة فريد الزاهي. - ط. ١. - أبوظبي : هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة، كلمة، 2016.

358 ص. ؛ 11 × 18 سم.

ترجمة كتاب: Newton ou le triomphe de l'alchimie

تدمك 978-9948-17-556-8

١- Newton, Isaac، (1642 - 1727). 2- العلماء- بريطانيا.

أ- خطابي، عز الدين. ب- زاهي، فريد. ج- العنوان.

يتضمن هذا الكتاب ترجمة الأصل الفرنسي:

Jean-Paul Auffray

Newton ou le triomphe de l'alchimie

© Le Pommier, 2012

كلمة KALIMA

www.kalima.ae

ص.ب: 2380 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، هاتف: 300 6215 2 971+

فاكس: 127 6433 2 971+

عام القراءة 2016

هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة

ABU DHABI TOURISM & CULTURE AUTHORITY

نيوتن

أو انتصار الخيمياء

المحتويات

– تقديم 7

I – في عداد الطهرانيّين 11
– إسحاق دو وولستورب 13
– التحاق نيوتن بكامبريدج 31
– نيوتن الرياضي 53
– سنة 1666 المشهودة 71

II – الخيميائي 87
– دخول معلن إلى قصر الملك المغلق 89
– المسرح الكيموسي 107
– «فتح المعادن» 129
– خروج نيوتن من الظل 157
– المصطفى 189

III – عالم الهندسة 217
– أسئلة علم حركات الكواكب 219

– مشكلة الحركة 237
– أسرار الإهْليلج 253
– *عن الحركة* 279
– *المبادئ* 287

IV – خاتمة 325
– المفتش الكبير 327
– ملاحق : موجز خيمياء نيوتن 345

– ثبت بالمراجع 355

تقديم

قبل ثلاثة أشهر من ولادة الابن الذي سيصبح في المستقبل هو السيد إسحاق I. Newton نيوتن العظيم، فقدت حنا نيوتن زوجها. وبعد مرور ثلاث سنوات على هذا الحدث، تزوجت مرة ثانية بالقس البروتستانتي بارنباس سميث B. Smith، حيث رزقا بثلاثة أبناء (ولد وبنتين هم: بنيامين وحنا وماري).

بعد خمس وعشرين سنة، تزوجت حنا سميث بالقس البروتستانتي روبير بارطون R. Barton ورُزقا سنة 1679 بطفلة. وكانت كاترين بارطون ذكية ورائعة الجمال، وعاشت عدة مغامرات عاطفية قبل أن تتزوّج وهي في سن الثامنة والثلاثين جون كوندويت J. Conduitt الذي كان يصغرها بعشر سنوات. وقد رُزقا بفتاة اسمها كاترين، كان نيوتن وهو في خريف العمر يناديها بحنوٍّ كيتي Kitty.

في سنة 1740، أي بعد مرور 13 سنة على وفاة السيد إسحاق نيوتن، تزوجت كاترين (كيتي) كوندويت الفيكونت ليمنغتون Lymington؛ وسيصبح ابنهما هو

الكونت الثاني بمدينة بورسموث Portsmouth. مرت السنوات؛ وبتاريخ 1872، قدّم حفيد هذا الأخير هبة لجامعة كامبريدج، تتضمن الكتب والمخطوطات التي تركها السيد إسحاق نيوتن، والتي احتفظت بها أسرته بعناية. وقد وضع أمين المكتبة جرْداً لهذه الوثائق وأرجع للواهب مجموعة من المخطوطات التي اعتبر بأنها «غير علمية».

في سنة 1936، فتح الفيكونت ليمنغتون الصندوق المشتمل على المخطوطات التي أرْجِعت إلى جده، وطلب من المؤسسة اللندنية الشهيرة سوثباي Sotheby and co بالإشراف على بيعها. تمّ وضع فهرس وصفي، ورُتّبت فيه المخطوطات البالغ عددها 121 وثيقة؛ وبطبيعة الحال فإن هذه الوثائق ستفرَّق عند البيع[1]، وهو ما أثار حفيظة اللورد جون ماينار J. Maynard الذي احتج على تفريق الوثائق المكتوبة بخط يد نيوتن في كل أرجاء العالم، وسعى إلى استعادتها على وجه السرعة. وهكذا، تمكّن من شراء حوالي 60 وثيقة؛ وعند فحصها أصابه الذهول لما اكتشفه.

بمناسبة الاحتفال بالذكرى المئوية الثالثة لميلاد نيوتن، أعلن اللورد ماينار أمام اندهاش الجميع ما يلي لم يكن نيوتن هو الأول في قرن سيادة العقل، بل كان هو الأخير في قرن السحرة. لقد كان آخر البابليين والسومريين وآخر

عقل عظيم كشف عن عالم المرئيات والروحانيات، معتمداً على الرؤية نفسها التي بدأت في بناء تراثنا الفكري منذ حوالي 10 آلاف سنة»[2].

إنني أقترح في هذا الكتاب سرد القصة الحقيقية لإسحاق نيوتن، آخر السومريين العظماء. وليس في ذلك أي مساس بذكراه العظيمة، لأنه نصب نفسه مبشراً بمذهب فيستا Vesta (وهي ربة من ربات روما القديمة) واعتبر بأن القدماء كانوا يمتلكون، بشكل أفضل منا، سر الحقيقة الذي ينبغي إفشاؤه في بعض الأحيان.

الهوامش

1) ممكن إيمانويل فابيوس E. Fabius، وهو تاجر آثار قديمة، من اقتناء 13 وثيقة لم يتم بعد الكشف عن محتوياتها.

2) J. M. Keynes, *Newton, The Man*, dans The Royal Society, Newton Tercentenary Celebrations, Cambridge University Press, 1946, p. 27.

I
في عداد الطّهرانيّين

نصب فخاً للفئران في يوم الرب
وسرق أنوية الكرز من إدوار ستورر E. Storer
وأنكر فعلته.

نيوتن، ذكريات الطفولة، 1662.

إسحاق دو وولستورب

ازداد صبيحة عيد الميلاد

كان يجهل القراءة والكتابة، وكانت تعرف القراءة والكتابة (إلى حد ما)، لكنها لم تكن ملمة بالنحو وكانت تجهل كل ما يتعلق بوضع علامات الوقف. كان عمره 36 سنة، أما هي فكانت على مشارف الثلاثين. وكانا ينتظران منذ سنين عقد قرانهما. وعندما توفي أب الشاب الراغب في الزواج، ترك له مزرعة العائلة ميراثاً؛ وتشمل قصراً ريفياً جميلاً وأكثر من 200 رأس من الغنم والمواشي الأخرى وعدة حقول زراعية وآلات فلاحية. أما الموقع فكان وسط إنجلترا القديمة بوولستورب Woolsthorpe (أو وولستروب Wollstrup) بمقاطعة لنكولن شاير Lincoln Shire. بعد مرور 6 أشهر على مراسيم دفن الأب، تزوج المالك الجديد من خطيبته التي حملت منه مباشرة. لكن فرحة الزوجة الشابة لم تدم طويلاً. فبعد مرور 6 أشهر على عقد قرانهما، توفي الزوج. هكذا وضعت أول مولود لها في أجواء الحزن والوحدة؛ وعندما طلب منها تسمية ولدها قالت: «سيكون اسمه مثل اسم أبيه المتوفى وهو إسحاق»[1].

وكتب هذا الاسم بالكامل (أي إسحاق نيوتن) بدفتر الحالة المدنية.

في صبيحة عيد الميلاد من سنة 1642، رأى النور طفل سيعتبره الكثيرون، في وقتنا الحالي، أحد «أعظم الفيزيائيين في كل الأزمنة». وفي سنة 1646، تزوجت حنا نيوتن بالقس البروتستانتي الثري بارنباس سميث، وهو جار لها أكبر منها سناً، من أجل التخفيف من شعور الإحباط الذي أصابها جراء ترمّلها بعد فترة وجيزة من السعادة الزوجية. وعندما طلب منها زوجها الصارم العيش معه بالمدينة، وتحديداً بملكيته الواقعة بنورث ويثام North Witham، استجابت السيدة سميث (وهو لقبها الجديد) لإرادة زوجها وعهدت بحضانة طفلها إسحاق إلى جدته السيدة إيسكوغ Ayscough؛ وكان عمره آنذاك ثلاث سنوات.

لاحظ خال إسحاق، وهو القس وليام إيسكوغ، بأن لابن أخته الضعيف البنية ميولاً دينية جيدة، فقرر تعليمه اللاتينية والمبادئ الدينية أملاً في أن يصبح *رجل دين* في المستقبل. وبعد حصوله على موافقة أخته، انتقل إلى البلدة المجاورة وسجّله بمدرسة موجودة بغرانثام Grantham يعود تاريخ تأسيسها إلى القرون الوسطى، وهي مدرسة الملك إدوار السادس. إثر ذلك، بحث عن شخص يقبل بتأجير

غرفة للطفل؛ وعن طريق الصدفة أو بتدخل من القدر، رافق القس وليام، في أيام الخريف الأولى من سنة 1654، ابن أخته إلى مسكن مؤجره، السيد كلارك Clark الذي كان يعمل صيدلياً. أي نعم، كان صيدلياً! وسيلاحظ إسحاق باندهاش واجهة الصيدلية المليئة بالأنابيب والقوارير، التي توجد غرفته الصغيرة فوقها مباشرة. لقد كان هذا اللقاء حاسماً، خصوصاً وأن معلمه بالمدرسة المذكورة، كان هو الدكتور كلارك أخ مؤجّره؛ والحال أن هذا الدكتور كان شغوفاً باللاهوت وأيضاً وبشكل سري بالخيمياء alchimie[2].

قضى إسحاق سنتين هادئتين بمقرّ سكناه. وكان في كل مساء يتوقّف في الجهة الخلفية من الدكان، أثناء صعوده إلى غرفته، حيث كان الصيدلي يضع مجموعة من الكتب التي تنبعث منها رائحة الأوراق المفروكة وذرات الغبار. كان يأخذ كتاباً أو كتابين بالصدفة ويتأمل في الرسوم الرائعة التي تزين النص. ولم يكن عمره آنذاك قد تجاوز الثانية عشرة، لذلك لم يكن يفهم كل ما يقرأ. ومع ذلك، كانت هذه الكتب تسحره، لأنها كانت تتحدث عن كل شيء، عن الفيزياء وعلم النبات وعلم التشريح والفلسفة والرياضيات وعلم الفلك. وربما كان السيد كلارك يقتطف منها أحياناً بعض الوصفات التي يجرّبها بمختبره.

من بين الكتب التي أثارت انتباهه بشكل خاص كتاب صدر سنة 1634 تحت عنوان *أسرار الطبيعة والفن*. فقد وجد فيه إسحاق ألف طريقة لبناء نماذج آلية، من طواحين هوائية وآلات صغيرة. وبمهارة يدوية فائقة، تمكّن من صنع ساعة شمسية وطاحونة تحركها فأرة وفانوس من الورق المنقوش، ربطه بطيارة ورقية وأطلقه ليلاً، «وهو ما كان يثير ذعر الجيران»[3]. كان يحمله معه في طريقه إلى المدرسة، في الساعات المبكرة من الصباح وعند عودته في المساء. وفي الحقيقة، كان يحمل معه النار المقدّسة ويحلم.

كان يتسلّل إلى الواجهة الخلفية للدكان، كلما سنحت له الفرصة، ليراقب تجارب الصيدلي. هكذا، كان يتتبّع بطريقة حذرة ويقظة استخدام هذا الأخير لجرعات الدواء وللمراهِم، أو تحضيره للنقع وخلاصة الأعشاب لفائدة زبنائه. وأصبح السيد كلارك، في نظره، أباً جديداً يعوضه عن الأب الذي لم يعرفه. وكرسام موهوب، كان إسحاق يغطي جدران غرفته بالرسوم. وباختصار، كان يتسلّى ويتعلّم ويتابع تحصيله. بتزامن مع ذلك، قام أستاذ اللاهوت المميَّز والطهراني جون أنجيل J. Angel بالمؤسسة المذكورة، بدعوة تلميذه اليافع إلى زيارة مكتبة كنيسة القديس وولفرامز بغرانثام، لمراجعة بعض المؤلفات حول الطهرانية.

وهو ما تمّ فعلاً، حيث تشبَّع نيوتن بالمذهب وتبناه. وسيظل متشبثاً بما هو أساسي فيه إلى حين وفاته، مع الحرص على إخفاء بعض الجوانب من معتقداته الباطنية.

مرت سنتان فحدث طارئ جديد، تمثل في موت الزوج الثاني لحنا نيوتن التي أصبحت على رأس أسرة من أربعة أبناء. وعند عودتها إلى وولستورب، استدعت ابنها إسحاق للعيش معها، وكان عمره 14 سنة. هكذا، سيصبح مطالباً بالذهاب كل أسبوع إلى سوق غرانثام، مرفوقاً بالخادم العجوز الوفي والعارف بشؤون المزرعة، لبيع المحاصيل وأيضاً لشراء أو بيع الجياد والأغنام.

لكن هذا الخيميائي المبتدئ كان يحمل أفكاراً أخرى. فقد كان يزور مقر سكناه القديم كلما سنحت له الفرصة، تاركاً مهمة رعاية الأغنام والجياد لخادم الأسرة. وبعيداً عن الأعين المتطفلة، كان يقرأ من جديد وبمتعةٍ الكتب القديمة التي تصفّحها في طفولته، وهو ممدد على أرضية غرفته. «وكان يظل منزوياً بالغرفة، إلى أن يناديه الخادم ويطلب منه العودة إلى المنزل»[4].

بعد مرور 9 أشهر على هذه «اللعبة»، أقنع القس إيسكوغ أخته بالسماح لإسحاق بالعودة إلى غرانثام لإتمام تعليمه؛ ذلك أن السيد ستوكس Stoks، مدير مدرسة الملك

إدوار السادس، عرض عليه السكن عنده. وبفعل رعايةِ مؤجره الجديد، انهمك إسحاق في القراءة المتمعِّنة للكتب المقدسة وفي الدراسة المعمّقة للاتينية. وهو الأمر الذي دفع المدير المذكور، سنة 1661، إلى اقتراح هذا التلميذ الموهوب للدراسة بمعهد الثالوث المقدس، وهو من بين أشهر معاهد جامعة كامبردج البالغ عددها 21 معهداً. وعند توديعه «أثنى السيد ستوكس على تلميذه أمام الحاضرين كافة بالمدرسة، وأوصى التلاميذ وهو بالغ التأثر بأن يتخذوا زميلهم قدوة لهم»[5].

telegram @ktabpdf

شيء من التاريخ

في سنة 1529، اجتمع الناخبون السبعة الكبار للإمبراطورية الرومانية الجرمانية المقدسة، بالمدينة الرينانية الصغيرة سبير Spire، لاتخاذ التدابير اللازمة ضد مُصلِحي الكنيسة المجتمعين بألمانيا وسويسرا بزعامة مارتن لوثر (1483 – 1546). وقد اجتمع هؤلاء المجدِّدون للرد على الاتهامات الموجهة إليهم عبر القيام «باحتجاج»، وُصفوا على إثره بـ «المحتجّين» protestants (بروتستانت)، وعملوا على توحيد صفوفهم خلال هذا اللقاء. وقد حصل الاتفاق فيما بينهم على 14 نقطة، غير أن النقطة 15

لم تحْظ بإجماعهم؛ إذ كان المطلوب أساساً هو معرفة كيف يمْكن تأويل بعض أقْوال المسيح خلال العشاء الأخير والتي جاء فيها: «هذا جسدي»، «هذا دمي». وهي الكلمات التي ظهرت بشكل متطابق في النسخة الإغريقية لأناجيل ماثياس ومرقص ولوقا[6]. ثمة خلاف بين الكاثوليكيين، وعدة فرق معارضة لهم، حول طريقة فهم هذه الأقوال. فلدى الكاثوليكيّين، يتحول الخبز والنبيذ أثناء تقديم القربان إلى جسد ودم المسيح *فعلاً*، وذلك هو سر *تحول القربان* *Transsubstanciation*؛ أما أتباع مارتن لوثر فيؤكدون على *وحدة الجوهر* *consubstantiation* «ذلك أن المسيح يوجد في الخبز والنبيذ، مثلما توجد النار في الحديد الحامي». وحسب «أصحاب السرّ المقدس» وهم أتباع هولريخ زفينغلي H. Zwingli (1484 – 1531)، فإن إقامة القُدّاس هي مجرد استدعاء للمخلِّص. وأخيراً، فإن المسيح حسب جان كالفين J. Calvin (1509 – 1564) وأتباعه، يحضر فعلاً في مكونات العشاء الأخير، وإن كان بطريقة تفوق الوصف، أي بطريقة «روحية» خالصة.

بعد مرور ثلاثة أشهر على هذه الأحداث، أي في يوليوز/ تموز 1529، طلب عاهل إنجلترا هنري الثامن من البابا كليمونت السابع فسْخ زواجه بكاترين أراغون

Catherine d'Aragon التي سئم من العيش معها. لكن البابا رفض الطلب. فقرّر الملك في إطار النزاع، الذي تلا ذلك، تأسيس كنيسة إنجلترا الخاضعة لأوامره، وحلّ الأدْيِرة وخصوصاً تلك الموجودة بمدينة كامبردج الصغيرة على ضفاف نهر الكام Cam؛ وسمح لجامعة كامبردج في الوقت نفسه، باستخدام المقرّات التي هجرها الرهبان، لبناء معاهد جديدة.

وبعد وفاته، عاشت إنجلترا أوضاعاً مضطربةً تسبّب فيها ورثَته على العرش. فقد سمح إدوار السادس، الذي خلف أباه سنة 1547، للبروتستانتية بالازدهار في إنجلترا. لكن عندما اعتلت العرش أخته من أب بيه ماري تيودور Tudor (الملقّبة بماري الدموية) بعده بست سنوات، اضطهدت البروتستانتيين وأجبرت عدداً كبيراً منهم على مغادرة البلاد. ومن جديد، ستتغير الأمور عندما ستعتلي إليزابيث الأولى العرش خلفا لماري، سنة 1558، حيث وافقت على طقوس وشعائر كنيسة إنجلترا، من خلال ميثاق سيادة القانون ومشروع *قانون الحقوق بيل Bill، المتضمن لتسعة وثلاثين بنداً*.

بيْد هذه الأمور لم تحظ بالإجماع! فقد ظهرت طائفة جديدة بإنجلترا تحت اسم «الطهْرانيين»، حيث سيعمل

أتباعها (وهم كالفينيون «متشدّدون ومتزمّتون») على رفض التنظيم الرسمي لرجال الدين (الإكليروس) وسينتفضون ضد المراسيم الملكية، مُعْلنين عن رغبتهم في اتّباع كلام الله في صفائه، وفي التخلص من كل الخرافات ومن كل تدخل إنساني في هذه الأمور.

في سنة 1603، اعتلى ملك اسكتلندا جاك السادس عرش إنجلترا، خلفاً لإليزابيث الأولى، واختار لنفسه اسم جاك الأول. ولسوء حظ الطهرانيين، فإن هذا الأخير لم يتبن آراءهم رغم اعتناقه للكالفينية، بحيث لم يقبل مطلباً رئيساً من مطالبهم مرتكزاً على حجة *لا ملك بدون قسّ*؛ ورفض إلغاء إكليروس كنيسة إنجلترا. وخلال حكم ابنه شارل الأول الذي خلفه سنة 1625، ازداد ضغط التقيُّد بالشعائر الإنجليكانية، وبذلك أصبحت وضعية الطهْرانيين صعْبة جداً. لذلك انحازوا إلى صف البرلمانيين ضد الملك، وقام هؤلاء البرلمانيون سنة 1642 بتجهيز جيش «الرؤوس المستديرة» (وهم مُجنّدون حليقو الرؤوس) بزعامة الطهرانيين. هكذا، ستندلع حرب أهلية بإنجلترا، سيتصارع فيها الموالون للملك ضد المتطوّعين بجيش البرلمان المتحالف مع الأسكتلنديين (الذين كانوا من البروتستانت الكالفينيي!). ولأن أكسفورد وكامبردج كانتا متنافستين

على الدوام، فقد انحازت كل واحدة منهما إلى أحد الفريقين. هكذا، أصبحت أكسفورد قلعة الملكيّين، أما كامبردج فإنها انحازت إلى صف النائب البرلماني الطهراني الذي كان يمثلها ببرلمان لندن، وهو أوليفر كرومويل O. Cromwell الذي سيجهِّز كتيبةً من الفرسان على نفقته وسيفرض عليها نظاماً عسكرياً ودينياً صارماً.

كانت سنة 1642 سنة الإعلان عن انتصار الطهْرانيين بإنجلترا وأيضاً سنة ميلاد أحد أكبر التابعين لهم وهو إسحاق نيوتن! لكن بعد مرور 20 سنة، وبينما كان هذا الأخير يستعد للالتحاق بجامعة كامبردج، تخلَّلت الحياة السياسية بإنجلترا اضطرابات خطيرة. ولإدراك تأثير تلك الأحداث على مسار نيوتن، سنتابع سرد حكايتنا. فبتاريخ 2 تموز/يوليوز 1644، ألحق أتباع كرومْويل هزيمة قاسية بجيش الملك، في موقِعة مارستون مور Marston Moor، وأنهوا بذلك الحرب الأهلية القائمة واعتُقل الملك شارل الأول وتمَّ تسليمه إلى البرلمان، لكنه تمكَّن من الفرار، لتبدأ الحرب من جديد. لقد كان الصراع دينياً في البداية، وكان يتواجه فيه الكاثوليكيون والبروتستانت والكالفينيون والطهرانيون. وعندما تحول إلى صراع سياسي، صارت المواجهة بين الملكيين والجمهوريين.

في سنة 1649، اعتُقل شارل الأول من جديد وحُكم عليه بالإعدام، حيث ضرب عنقه. إثر ذلك، ألغى كروموبل الملَكية وأعلن عن قيام الكومنويلث Commonwealth، أي الجمهورية البرلمانية ذات المذهب البروتستانتي. وخاطب جنوده قائلاً: «إنكم تحملون على عاتقكم مصالح كل المسيحيين»، ثم أضاف: «إن العناية الإلهية بالشعب الإنجليزي لم تكن مسبوقة سوى بحدث تاريخي واحد، وهو تحرر شعب إسرائيل الذي كان خاضعاً للمصريين»[7].

هكذا حظيت الطهرانية في تلك الأزمنة المضطربة بمرتبة الشرف. وبعد موت كروموبل سنة 1658 وتنحّي ابنه ريتشارد عن الحكم في السنة التالية، اعتلى ابن الملك الذي نفذ فيه حكم الإعدام، وهو شارل الثاني (1630 – 1685)، عرش إنجلترا سنة 1660. وكان الملك الجديد ذو الثلاثين سنة قد عاش منفياً بفرنسا وبالأراضي المنخفضة. وفي هذه الفترة بالذات، ستنقلب أوضاع الطهْرانيين.

خيميائيون ببلاط إنجلترا

في الواجهة الخلفية لهذه الأحداث، وقعت بكواليس إنجلترا مأساة أخرى كان أبطالها من الشخصيات المهمة لحكايتنا. ويعتبر روبرت بويل R. Boyle العظيم من أبرز

هذه الشخصيات. ففي سنة 1642، أي سنة ميلاد نيوتن، كان عمره يناهز الخامسة عشرة. وكان هو الابن الرابع عشر للكونت دو كورك؛ بحيث تلقى تربية صارمة وفق المبادئ المتشدّدة للطهْرانية، تحت إشراف مربّر سيرافقه في تنقلاته عبر جنيف وإيطاليا ثم فرنسا. وعند وفاة الكونت دو كورك سنة 1644، استقر الشاب روبرت الذي ورث جزءاً من ثروة أبيه بستال بريدج Stalbridge بمقاطعة دورسيت شاير Dorsetshire، رفقة أخته التي ستصبح لاحقاً هي السيدة رانيلاغ Lady Ranelagh. وقد درس اللغات الشرقية ليتمّكن من قراءة الكتاب المقدس في نسخته الأصلية؛ ثم قام بترجمته إلى الإيرلندية والغالية وأيضاً إلى التركية والماليزية. وهو ما أسهم في تعيينه مديراً لشركة الهند الشرقية[8].

بعد انتهاء الحرب الأهلية، استقر بويل بأكسفورد معقل الحزب الملكي، أي «البابوي» رغم قناعاته الطهرانية، وهو ما اعتبره الطهرانيون إهانة كبيرة لهم. وفي الشارع الكبير، كان الصيدلي السيد كروس يملك محلاً بأرْضية خشبية مصقولة ومدخنة منقوشة؛ وكان يضع على طاولة الدكان الذي يعبق بروائح التوابل والأعشاب العطرية المريحة للنفس ميزانا من النحاس. وبزاوية الشارع، غير بعيد عن

المحل المذكور، كانت توجد حانة السيد تايار Tillard المعروف بأناقته؛ وكان خيميائيو أكسفورد يجتمعون فيها لتبادل أطراف الحديث حول كؤوس الجعّة.

استقر بويل بمنزل السيد كروس وأصبحت الحانة هي مكان اجتماع «هيئة متخفيّة»، يلتقي بها ضمن جلسات سرية بعض أفضل العقول بإنجلترا. وكان طموح بويْل القوي هو خلق «إمبراطورية بروتستانتية مؤسَّسة على العلم الذي سيسحب البساط من تحت أرجل الكاثوليكية». لذلك، تبنّى إيديولوجيا مدهشة: فقد أكد على أن الفقر ليس شراً اجتماعياً ينبغي على المجتمع إخفاؤه، بل هو ناجم عن الفراغ والكسل، وهما رذيلتان غير أخلاقيتيْن وغير مثمرتيْن»؛ أما الثروة فهي، على العكس من ذلك، برهان ملموس على العناية الإلهية[9].

بطلب من شارل الثاني المولع بالخيمياء، نودي على خيميائيّين مشهورين وهما: البريطاني السيد كينيلم ديغبي Sir Kenelme Digby والفرنسي نيقولا لوفيفر N. Le Fèvre اللذين التحقا بلندن بعد أن كانا لاجئين بالقارة. لبى الرجلان الدعوة إذاً، وجاءا مرفوقين بشهرتهما. فلوفيفر كان حوالي سنة 1650، يعمل بباريس «مشرفاً على التجارب لدى ملك فرنسا «بالحدائق الملكية؛ أما السيد كينيلم المنفي

بفرنسا، فكان مراسلاً وصديقاً لروبير بويل وممثلاً لتقليد *الحد الأدنى الطبيعي minima naturalia* [10] وكان يستشهد دائماً بقولة جالينوس التالية: «يجب تعريف العنصر بوصفه أصغر جزء بالجسم» وفق قاعدة جبير Geber (وليس جابر بن حيان، كما سيتضح لاحقاً – المترجم –) التي مفادها أن ما لا يخترق الجسم لا يبدّله[11].

وفي خريف سنة 1660 تسارعت الأحداث. فبتاريخ 12 نوفمبر/ تشرين الثاني، خرجت الهيئة المتخفية من سريتها، وأعلنت بعد ثلاثة أيام عن تشكلها؛ وبذلك تأسست الجمعية الملكية Royal Society الرسمية والشهيرة جداً. وبتاريخ 19 ديسمبر/ كانون الأول، عين السيد كينيلم عضواً بها.

من جانبه، قام شارل الثاني كمجرب هاوٍ بتعيين لوفيفر صيدلياً بالقصر الملكي، ثم مديراً لمخْبَر الملك الواقع بقصر سان جيمس. وبمقتضى ذلك، أصبح «السيد فيبور Fébure «كما كان يدعوه الملك، عضواً بالجمعية الملكية في شهر ديسمبر/ كانون الأول 1661. ولم يمرَّ شهر حتى التحق بهما خيميائيٌّ شهير آخر وهو جون وينتروب J. Winthrop.

استقر السيد كينيلم ديغبي «بمنزل جميل في طرف الجهة الغربية من الباب الشمالي لكوفنت جاردن Covent

Garden»؛ وهناك جهز مختبراً وصالوناً على الطريقة الفرنسية، سيصبح بسرعة «ملتقى العلماء الرياضيين والكيميائيين والفلاسفة والكتاب»[12].

سيقوم روبير بويل (الذي سيلقبه زملاؤه بـ «المُجرّب العظيم») بدوره بتجهيز مخْبَر وسيوظّف شاباً موهوباً لا يتجاوز عمره التاسعة عشرة لمساعدته، وهو روبير هوك بطلنا الثاني. وقد ازداد هذا الأخير سنة 1635 بفريش واتر Freshwater الموجودة بجزيرة وايت Wight. وكانت بنيته الضعيفة سبباً في عدم متابعته للدراسة بشكل عاديّ، كما جعلت منه رجلاً بالغ الحساسية وشديد الغضب. لكنه سيدرس اللاتينية والإغريقية والعبرية والهندسة والرسم كما سيتميز بمهاراته اليدوية، وهو ما دفع الجمعية الملكية إلى تعيينه عضواً بها بتاريخ 3 يونيو/ حزيران 1663. وبسبب موارده الضعيفة، أعفي من أداء واجب الاشتراك السنوي المطلوب، وعُيّن في منْصب القيّم على التجارب، بمرتّب سنوي قدره 30 جنيها إسترلينياً.

لكن، لنترك هذين البطليْن أمام انشغالاتهما بلندن (فسنعود إليهما لاحقاً) ولنحطَّ الرحال بكامبردج حيث يستعدّ نيوتن لولوج أبوابها من دون إثارة الانتباه.

الهوامش

1) كانت حنا نيوتن تتلفظ باسم ابنها وتكتبه بهذا الشكل. انظر على سبيل المثال الرسالة التي بعثتها إليه من وولستروب بتاريخ 6 مايو/ أيار 1665؛ وقد صدرت هذه الرسالة ضمن مراسلات إسحاق نيوتن، مطبوعات كامبردج 1959 – 1977 (7 مجلدات)، المجلد الأول، ص. 2. وإلى حدود سن الثالثة والعشرين على الأقل، كان نيوتن يكتب اسمه Isaack واسم بلدته Wolstropp. انظر
Sir E. Bysshe, The Visitation of the County of lincoln, 1666, cité dans M. White, *Isaac Newton, the Last Sorcerer*, Fourth Estate, London, 1997, p. 93.

2) W. Stukeley, *Memoirs of sir Isaac Newton'life*.
وقد حُرِّرت هذه المذكرات حوالي سنة 1720، ص. 50.

3) Ibid.، pp. 38 – 42.

4) Ibid., p. 50.

5) R. Westfall, *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, 1980, traduction française, Newton, Flammarion, Paris, 1994, p. 92.

6) Mattieu 26: 26, Marc 14 h 22, Luc 22 h 19.

7) O. Cromwell, *Writings and Speeches*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1945, vol. III, p. 434.

8) J. C. Poggendorff, *Histoire de la physique*, 1883, réimpression J. Gabay, Paris, 1995, p. 285.

9) J. Jacob, *Robert Boyle and the English Revolution*, B. Franklin, New York, 1977, p. 158.

10) وفق مؤلف حاصل الكمال Summa perfectionis للخيميائي جبير، لكي يكون الطب الكيموسي chymique فعالاً، يجب اختزاله في أصغر أجزائه.

11) Sir K. Digby, *Two Treatises in the one of which, The*

Nature of Bodies; in the other, the Nature of Mans Soule; is looked into: in way of discovery, of the Immortality of Reasonable Soules.

والمعروف بالعنوان المختصر التالي: *رسالتان في الأجسام والنفس*:

Two Treaties of Bodies and Soul, Paris, 1644, p. 277.

12) T. Longueville, *The Life of sir Kenelme Digby*, Longmans, Green and Co., Londres, New York et Bombay, 1896, p. 290.

التحاق نيوتن بكامبريدج

التسلّل...

شعر نيوتن بالصدمة عند التحاقه بكامبريدج. فقد كانت المدينة الصغيرة منقسمة إلى شطرين تقريباً، حيث كانت الجامعة تحتل نصفها وكانت البلدة تحتل النصف الآخر. ويا لها من بلدة! سيصفها زائر مجهول الهوية في تلك الفترة قائلاً إن شوارعها مزدحمة ووسخة وضيقة ولا تتم إنارتها في الليل: «كما أن منازلها صغيرة ومنخفضة جداً، بحيث تشبه الأكواخ المبنية من طرف أقزام إفريقيا الوسطى». وقد كانت البلدة على الخصوص، مليئة بالعاهرات واللصوص وحتى القتلة. وكان يمنع مبدئياً على الطلبة الملزمين بارتداء الزي الأكاديمي ولوج الحانات والتردّد على فتيات الليل؛ لكن الكثيرين منهم كانوا يخرقون هذا الحظر. غير أن نيوتن كان مختلفاً عن هؤلاء الطلبة، فبالرغم من قَبول أمه «أداء تكاليف دراسته»، إلا أنه كان يفضل أثناء فترة دراسته الجامعية الانتساب إلى الفئة الدنيا من الطلبة؛ وكان من جراء ذلك يعمل خادماً لدى الطلبة الأغنياء. وبغض النظر عن هذا الانتماء، كان نيوتن يتميز عن أغلب أقرانه بعدة

فضائل، منها أنه كان يجيد القراءة والكتابة والتحدث باللاتينية (وهي مؤهلات لا تقدَّر بثمن في تلك الفترة)، وكان يمتلك معارف عملية تفوق المتوسط، في مجالات عديدة وخصوصاً في المجال المعروف باسم «الفن الكَيْموسي» l'art chymique. وأدرك نيوتن سريعاً بأن عليه إخفاء معتقداته الطهرانية، وهو ما دفعه إلى الابتعاد عن الطلبة الآخرين الذين كانوا جميعهم تقريباً أصغر منه سناً (ما بين السادسة عشرة والسابعة عشرة، بينما كان يبلغ سن التاسعة عشرة).

وفي مجال الدراسة، كان يتمتع بحرية اختيار ما يودّ معرفته بالاتفاق مع الأستاذ المشرف على تعليمه. فقد كان هذا الأخير واسمه بنيامين بولاين B. Pulleyn ويعرف بكونه «بطلاً في تربية التلاميذ» بمعهد ترينيتي، يكتفي بإرشاد طالبه إلى الكتب التي ينبغي قراءتها لمتابعة دراسته «بطريقة عادية». وتنفيذاً لتعليماته، اشترى نيوتن 10 كتب تضمنت معجميْن وأربعة أعمال حول اللاهوت. ومن بين هذه الأعمال الأخيرة نذكر كتاب جان كالفن الموسوم بـ *تأسيس الديانة المسيحية* الصادر سنة 1536 والذي ترجمه كالفان نفسه إلى الفرنسية بالعنوان نفسه[1]. وقد اكتشف فيه نيوتن بعض الأفكار الرئيسة للاهوت الكالفيني المدعمة

لتصوراته. يقول كالفن بهذا الصدد: «تسطع القدرة الإلهية عبر خلق العالم وتدبيره الدائم»، فـ«الانحلال» الذي أفسد الإنسانية منذ خطيئة آدم، لم يؤثر في الطبيعة إذ يكفي البحث عن الله بداخلها»، «فقد تجلى الله في هذا البناء الجميل والممتع، المتمثل في السماء والأرض والذي يظهر ويعرض يومياً، بحيث إن كل من يفتح عينيه يكون مجبراً على رؤيته. إن الله طبع علامات مجده على كل أعماله (..) وبذلك لن يجد أكثر الناس قساوة وبلادة في العالم أي مبرر لجهلهم»[2]. لكن، كيف السبيل إلى معرفة الله؟ كتب كالفن قائلاً: «إن الطريق المستقيم لمعرفة الله هو التأمل في جليل أعماله التي تجعله قريباً منا ومألوفاً لدينا». وهذا الطريق مفتوح طبعاً أمام العلماء: «فالعارفون والمتمكنون من العلم(..) هم أفضل من غيرهم لفهم الأسرار الإلهية عن كثب (..)؛ ولمعرفة حركات الكواكب والنجوم وضبط مواقعها وقياس المسافات بينها وتحديد خصائصها، يجب التوفر على فن ومهارة أفضل مما يوجد لدى العامة وذلك من أجل فهم دقيق للعناية الإلهية». وعليه، ينبغي أن يصبح المرء «عالماً».

بتاريخ 8 يوليوز/ تموز 1661 أدى نيوتن القسم الذي سيسمح بتسجيل اسمه بلوائح الجامعة[3]. بذلك خطا الخطوة

الأولى في مسار طويل سيؤدي به إلى الارتقاء، عبر مراحل وفي إطار التنظيم العادي للمؤسسة، إلى درجة أسقف في الكنيسة الإنجليكانية[4]. وكان مدير المعهد الديني بمقاطعة نورث ويثام، بارنباس سميث B. Smith يتوفر على مكتبة هائلة تشمل كتباً عديدة في اللاهوت (ما بين 100 و300 كتاب) ورثها عن أبيه الذي كان أيضاً رجل دين. وقد دوّن الأسقف سميث داخل «سجل «كبير، بعد حصوله على شهادة جامعة أكسفورد سنة 1612، مجموعة من عناوين فصول هذه الكتب، مقترنة بعدة استشهادات لاهوتية استمدها من قراءاته. وعند وفاته، ورث ربيبه إسحاق السجل الذي سماه بقليل من التقدير: «الدفتر الصالح لكل شيء» Waste Book وحمله معه إلى كامبريدج. وكانت «التعليمات» الموجهة إلى الطلبة الجدد، تطالبهم بشراء «دفاتر الجيب» التي يسهل حملها، وهو ما لا ينطبق على السجل المذكور. لذلك سيقتني نيوتن عدة دفاتر بحجم واحد على ثمانية octavo – in 5 وسيدشّن بذلك تقليداً خاصاً به، سيتبعه طوال مسيرته العلمية بكامبريدج. هكذا، سيقسم كل دفتر من دفاتره إلى قسمين؛ ففي القسم الأول (وهو «الدفتر الفلسفي» Add MS 3996) سيسجل ملاحظاته حول منطق أرسطو وسيكتبها باليونانية، وهي

تغطي الصفحات الثلاثين الأولى من الدفتر. أما القسم الثاني، فسيسجل فيه ملاحظاته حول مؤلف *الأخلاق إلى نيقوماخوس*، وهو العمل الثاني لأرسطو الذي أوصاه الأستاذ المشرف عليه بقراءته. في غضون ذلك، تمكّن من الحصول على كتاب من تأليف الفيلسوف الطبيب والتر شارلتون W. Charleton (1620–1707) المنشور بلندن سنة 1654 تحت عنوان: *Physiologia Epicuro – Gassendo – Charletoniana or a Fabrick of Science Natural upon the Hypothesis of Atoms*[6]. وشعر نيوتن بالافتتان أمام هذا الكتاب الذي مدح فيه المؤلف الفلاسفة «الجدد»، ومن بينهم تيكو براهي Tycho Brahe وكيبلر البارع Subtil Kepler أو غاليلو Galilaeus الذكي جداً؛ أما «*خلاصة الجميع L'Epitome* فهو دي كارت (ديكارت) Des Cartes الذي كان اسمه يكتب بكلمتين منفصلتين، حسب التقليد المتّبع في تلك الفترة. ولتكريم كل بطل من هؤلاء الأبطال، يجب أن نضع تحت اسم كل واحد منهم «تمثالاً ضخماً من الذهب» يحمل باللاتينية عبارة «صديق أفلاطون، صديق أرسطو، لكن قبل كل شيء، صديق الحقيقة». هكذا، سيتوقف نيوتن عن قراءة أرسطو، ليكتب صفحتين حول ميتافيزيقا ديكارت. وإلى جانب

ذلك، سيسجل في دفتره عنواناً باللاتينية هو: بعض المسائل الفلسفية وسيضيف العبارة الآنفة الذكر، مع كتابتها بدون فواصل.

تبين لنا ملاحظاته التالية كيف أنه سيتخلى عن قراءة أرسطو لينكب على قراءة ديكارت وغاسندي وغاليلي وأيضاً هنري مور H. More وكنيلم ديغبي وطوماس هوبز وروبيرت بويل الذين يعارضون بعض جوانب هذه «الفلسفة الجديدة» المعروفة *بالفلسفة الميكانيكية*. لكن نيوتن لم يكن مهتماً بأسباب الرفض، لأن الأساسي لديه كان هو فهم كيف تشتغل هذه الفلسفة. وعلى الفور سيكتشف مرشداً له في شخص هنري مور. فقد كان هذا الأخير من الشخصيات المرموقة بجامعة كامبريدج سنة 1662. وهو من مواليد غرانثام وتابع دراسته الابتدائية بالمؤسسة نفسها التي سيدرس بها نيوتن قبل التحاقه بكامبريدج وهي مدرسة إدوار السادس. وكان مور أستاذاً للدكتور كلارك أخ المؤجّر الذي استأجر منه نيوتن غرفته! كما كان من أشد المعجبين بديكارت الذي تبادل معه الرسائل (باللاتينية طبعاً) سنتين قبل الوفاة المفاجئة للفيلسوف الفرنسي سنة 1650، داخل قصر ملكة السويد كريستينا المغطى بالثلوج. وقام مور بإصدار مؤلف فلسفي بالإنجليزية تحت عنوان

خلود النفس، شرح فيه مذهب الفلسفة الميكانيكية لديكارت، مع انتقاد لبعض جوانبها. وقد حصل نيوتن على نسخة من الكتاب وقرأه بلهفة وبسرعة، مفتتناً بما يرويه مور.

اللقاء بديكارت

كان ديكارت في تلك الفترة يمثل «الفلسفة الجديدة» التي كان الجميع يتحدث عنها بكامبريدج بالتلميح أحياناً، ذلك أن الفيلسوف الفرنسي لم يكن مقبولاً بشكل كبير، نظراً لكاثوليكيته المعلنة. وقد اقتنى نيوتن كتب ديكارت الرئيسة وهي: *خطاب المنهج من أجل قيادة العقل والبحث عن الحقيقة في العلوم*، *ورسالة انكسار الضوء والنيازك والهندسة*؛ وهذان الكتابان الأخيران هما بمثابة تطبيق للمنهج. وكانت كل هذه المؤلفات متوفرة في ترجمتها اللاتينية[7]، إلى جانب المؤلفات المكتوبة أصلاً بهذه اللغة وهي: تأملات في الفلسفة الأولى ومبادئ الفلسفة. ففي *الخطاب الثامن من رسالة انكسار النور*، اكتشف ديكارت «الأشكال التي يتعيَّن أن تكون أجسامها شفافة، كي تحول الأشعة عبر تكسيرها في كل الهيئات التي تستخدم للرؤية»[8]. وانبهر نيوتن بكيفية استخدام ديكارت

للرياضيات من أجل حل المسألة التي يثيرها. وكان انبهاره أكثر بالخطاب العاشر الذي اختتم به ديكارت كتابه، حيث فسر فيه «طريقة قطع الزجاج» ودعم تفسيراته برسوم بيانية تظهر كيفية اشتغال الآلات المستخدمة. أما في *الخطاب الثامن* من كتاب *النيازك*، فسيكتشف نيوتن التفسير الذي قدمه ديكارت لقوس قزح وسيتعلم أسلوبه في استعمال الموشور (الطيف الشمسي) prisme لتشتيت أشعة الشمس وعرض طيف ملون على شاشة متوسطة الحجم.

حول تشتيت أشعة الشمس...

بتاريخ 20 مارس/ آذار 1629 وببلدة فراسكاتي Frascati، لاحظ الأب كريستوف شاينر C. Scheiner، وهو ينتمي إلى نفس بلد كبلر وصديق لجاليلي، وجود حلقتين ملونتين حول الشمس، قطْرهما 45 و90 درجة على التوالي. واكتشف فوق الحلْقتيْن وأيضاً فوق حلقة أفقية بيضاء تمر عبر الشمس، وجود ست «شموس مموّهة» (أو شميسات parhélies)، اثنتان منها فوق الشمس واثنتان من كل جانب، في الموقع الذي تقطع فيه الحلقة الأفقيةالحلقتيْن الملوّنتين.

وقد أرسل الكاردينال بربريني Barberini هذا الوصف إلى العالم الفلكي الفرنسي بيريسك Peiresc (1580 – 1637)

لذي عمل فوراً على تبليغ محتواه إلى العلماء. وعند علم ديكارت بالخبر، توقف عن كتابة مؤلف حول الميتافيزيقا وتساءل: هل تشكل الشميسات حقا «ظاهرة»، أم أنها مجرد «نيزك»، أي حدثٍ متوقَّع بفلك ما تحت القمر؟

إثر ذلك، قرّر فحص كل الظواهر الجوية المعروفة بالترتيب وهي: الريح، الثلج، المطر البَرَد، الصاعقة، من دون أن ننسى قوس قزح. وخلال فحصه، تصور مشروعاً لرسالة فيزيائي جديد مخَّصص لوصف وتفسير *كل* ظواهر الطبيعة، يكون في الحقيقة بمثابة «رسالة في العالم «تهتم بالنجوم الثابتة وبالشمس والمذنّبات والكواكب، بما في ذلك الأرض وتهتم كذلك بالإنسان. وعلى الفور، صاغ ديكارت مدخلاً من خمسة فصول، تلاه بحث بعنوان «حكاية عالمي». وبتاريخ 25 نوفمبر/ تشرين الثاني 1630، كتب إلى مراسله الباريسي الأب مارسين Marsenne ما يلي: «إنني أعجبت بحكاية *عالمي*؛وسأعمل جاهداً لإتمام هذا العمل إذا ما أطال الله في عمري».

وتشكل هذه «الحكاية» نموذجاً نظرياً جديداً للعالم بناه ديكارت بطريقته دونما اهتمام بالواقع الذي يفترض أنه يمثله. وقد وضع لهذا الغرض لائحة بـ«الكيفيات» qualités التي يتعيّن عليه تفسيرها «وهو ما يمكن القيام به عندما يتم وضع

الأسس». وفعلاً، تمكّن من إيجاد هذه الأسس، أو المبادئ، بدون صعوبة وعبّر عن ذلك قائلاً: «يجب أن نعرف بأن هناك أجزاء بالهواء وبكل الأجسام التي تتكثف والتي تتمكن بفعل خاصيتها الطيفية اللطيفة، من اجتياز المنافذ الموجودة بالذهب والماس وبكل جسم آخر كيفما كانت صلابته»[9]. ويقدّم لنا منطوق الفصل الخامس من كتاب *العالم* ملخصاً عن الكيفية التي كان يتصوّر بها العلماء، وخصوصاً أرسطو، بنية العالم «المحسوس»، أي الذي تدركه الحواس: «فالفلاسفة يؤكدون على وجود هواء ألطف من هوائنا فوق السحاب، وهو عنصر قائم بذاته. ويقولون أيضاً إن هناك جسماً آخر ألطف من هذا العنصر الأخير، يدعونه عنصر النار؛ ويضيفون بأن كل الأجسام الموجودة تحت، تتكون من هذين العنصرين الممتزجيْن بالماء والتراب». وحسب ديكارت، فإن هذه العناصر الثلاثة، ألا وهي النار والهواء والتراب، تكفي في الواقع لبناء العالم. وفضلاً عن ذلك، فلا حاجة إلى استعمال الكيفيات التي ندعوها بالحر والبرد والرطوبة والجفاف، كما فعل الفلاسفة من أجل «تفسير» هذه العناصر، ما دامت هذه الكيفيات «تحتاج هي نفسها إلى تفسير». ويمكن اعتبار ثلاث كيفيات، وهي الحركة والحجم وترتيب الأجزاء (أي

«الشكل»)، كافية بهذا الخصوص. هكذا، تمتلك أجزاء العنصر الأول (النار) الحركة فقط، فهي «لا تمتلك حجماً ولا شكلاً ولا أية وضعية محددة». أما أجزاء العنصر الثاني (الهواء) فتتوفر على حركة وحجم متواضعيْن. وتتصف أجزاء العنصر الثالث (التراب) «بالضخامة، بحيث إنها متراصّة إلى درجة امتلاكها للقدرة الدائمة على مقاومة حركات الأجسام الأخرى»[10].

في الفصل التالي، يدعونا ديكارت إلى سفر «خارج هذا العالم»، من أجل اكتشاف «عالم جديد» يقترح ابتكاره داخل «أمكنة متخيلة». تلا ذلك برنامج حقيقي للفيزياء النظرية، عرضه كما يلي: «ما دمنا قد اخترنا إظهار هذه المادة بالشكل الذي تخيلناه، لنمنحْها إن شئتم طبيعة لا تمنع أحداً من اعتبارها ممكنة». سيؤكد ديكارت على أن ذلك ممكن، شريطة التخلي عن الأشكال والكيفيات، والبحث في إطار استبدال هذه المفاهيم، عن «قوانين الحركة» التي تُعتبر هي «قوانين الطبيعة». وسيكون مجموع هذه القوانين، التي هي بمثابة «حقائق خالدة»، ثلاثة. لكن، ما الذي يعنيه مفهوم «الطبيعة» بالضبط في هذا النص؟ إن التفسير الذي يقدمه ديكارت يتطلب منا وقفة متأنية للإحاطة بفكره. يقول ديكارت: «إنني أستخدم هذه الكلمة للإشارة إلى

المادة نفسها (..) مع التقيد بالفكرة التي مفادها أن الله حفظها وأبقاها كما خلقها. وينتج عن ذلك ضرورةً أن التغيرات الحاصلة بأجزائها لا يمكن أن تُنسب إلى الفعل الإلهي، لأن هذا الفعل لا يتغيّر؛ ولهذا فأنا أنسبها إلى الطبيعة». وسيختم ديكارت فكرته بالقول: «إنني أسمي القواعد المحدّدة لهذه التغيرات، **قوانين الطبيعة**»[11]. فما هي هذه القوانين؟

أوّلها هو «أن كل جزء من المادة يستمر على حالته ما لم يدفعه الالتقاء بالأجسام الأخرى إلى التغير». أما القانون الثاني فهو كالتالي: «عندما يدفع جسم ما جسماً آخر، فإن الحركة التي يمنحها إياه، تكون مساوية للحركة التي يفقدها، مثلما أن الحركة التي ينزعها عنه تكون مساوية للحركة التي تزداد لديه». استنتج ديكارت من هذين القانونيْن خلاصة رئيسة هي كما يلي: «لنفترض أن (الله) وضع بشكل عام كمية محدَّدة في كل مادة وذلك منذ اللحظة الأولى التي خلق فيها هذه المادة؛ في هذه الحالة، يجب الإقرار بأنه سيحافظ على هذه الكمية نفسها، أو عدم الإقرار بكون عمله لا يطرأ عليه أي تغيير». هكذا، ابتكر ديكارت مفهوم «كمية الحركة» وأعلن عن القانون الذي ندعوه اليوم بقانون بقاء الحركة.

أما القانون الثالث، فتمت صياغته كما يلي: «عندما يتحرك الجسم (..) فإن كل جزء من أجزائه يستمر دائماً في التحرك على خط مستقيم (..)، مع العلم بأن حركته غالباً ما تتم على خط منحنٍ»[12].

بتاريخ 23 ديسمبر/ كانون الأول 1630، كتب ديكارت إلى الأب مارسين مخبرا إياه بأنه يسعى إلى «التخلص من الفوضى» ليظهر «النور»، وهو ما يشكل أحد «أسمى وأصعب» الموضوعات التي يمكن معالجتها، «لأن الفيزياء برمتها تقريباً، ستصبح مفهومة». تزايد طموح ديكارت مع تقدمه في صياغة رسالته، حيث اعتقد بأنه توصل إلى تفسير «سبب تموقع كل نجمة ثابتة»، بحيث لا يشك «في وجود نظام طبيعي مرتَّب ومحدَّد، متحكَّم فيه». أكثر من ذلك، فقد اعتبر أن بإمكانه أن يعرف *قبلياً* «كل أشكال وأنواع الأجسام الأرضية المختلفة» بدل الاكتفاء، كما كان يتم في السابق، «بتخمينها *بعدياً* عبر تأثيراتها»[13].

لإنجاز هذا البرنامج، باشر ديكارت دراسة الخصائص الكيميائية للأجسام، فدرس مياه الحياة (أو المياه الروحية) وماء الفضة (حامض النتريك الممزوج بالماء) والماء العادي والأملاح. هكذا، بعد حلم المنجّمين، أصبح ديكارت مهووساً بحلم الخيميائيين!

مع ذلك، ظل حذراً. فبتاريخ 10 مايو/ أيار 1632، تخلى عملياً عن مشروعه واعترف للأب مارسين بذلك قائلاً: «لديَّ شيء قليل من الحكمة يدفعني إلى الحلم بهذا الأمر، بالرغم من اعتقادي بعد مرور شهرين بأنه مجرد مضْيعة للوقت لي»[14]. وفي سنة 1633، منعه الحكم الصادر في حق غاليلي من إصدار عمله. وبعد مرور 30 عاماً، صدر بباريس وتضمنت المقدمة الموقعة بالحرفين الأولين A. D. إشارة ثمينة جاء فيها ما يلي: «كان مؤلف هذه الرسالة يدري بأنه إذا ما تم الحديث هنا وهناك عن نظام كوبرنيك Copernic بوصفه حقيقة أو بوصفه فرضية، فلا شيء يمنع من الحديث عنه كحكاية. لكنها حكاية لا تتنافى مع الأشياء، مثلما هو شأن الحكايات المأثورة أو الدنيوية أو المقدسة»[15]. وباختصار، لا شيء يمنعني من الإيمان بهذه الحكاية.

ترياق ضد الإلحاد

ما هو رأي الأفلاطوني مور بهذا الخصوص؟ فرغم إعجابه بديكارت، إلا أنه سيؤاخذه على تسليمه بكون الروح غائبة عن الأحداث الحاصلة بالعالم المحسوس. ففي مؤلفه الموسوم بـ *خلود النفس*[16]، أقرّ على العكس من ذلك

بأن الروح الكونية أو «نفس العالم» «تُوَجِّه» الحركات الطبيعية الميكانيكية وترتّبها. فالفلسفة الميكانيكية التي لا يرفضها، غير كافية «لتفسير كل شيء». وأعطى مثالاً عن حركات الطبيعة «الفوق ميكانيكية» التي تتجلى «بكل تأكيد» في ظواهر التداوي وفي «إمكانية تعصير الخمر من الكروم عندما تورق»، وفي الثقل (المسمى أيضاً جاذبية، لأن الأمر يتعلق بسقوط الأجسام الموصوفة «بالجَسِيمة» أي الثقيلة) وفي تأثير «حجرة المغناطيس» على بعد مسافة معينة الخ... وسيكتب بهذا الصدد: «تبدو جاذبية حجرة المغناطيس متلائمة مع أمثلة الانجذاب (أي تفاعل الأشياء عن بعد). وقد كشف ديكارت عن هذا اللغز من خلال حيلة رائعة اعتبرها هي السبب الفيزيائي لكل ذلك، وتتمثل في الجزيئات الملتوية التي تصور بأنها قادرة على اختراق بعض الثقوب المحفورة بحجرة المغناطيس أو بالحديد. لكن، كيف يتجاوز مجهود هذه الجزيئات القدرة الميكانيكية المتضمَّنة في المادة؟ لتفسير ذلك، ينبغي أن يكون هناك فاعل موجه أو مسؤول عام عن جنود العناية الإلهية (..) أي جوهرغير مادي (..) يخترق مادة العالم برمتها ويمارس سلطة التشكيل بحسب الاستعدادات والظروف المتنوعة لدى الأطراف المعنية (..) وذلك عبر توجيه أجزاء المادة

وحركتها التي يستحيل معرفتها بمجرد اللجوء إلى القدرات الميكانيكية (كما «أراد ديكارت»)»[17].

حسب مور إذاً، هناك ترابط بين الأفكار الفيزيائية والأفكار الميتافيزيقية، بحيث تشكل جميعها شيئاً واحداً. وهي الفكرة التي ستروق لنيوتن بشكل كبير. وبالفعل، سيعتبر مور بأن التوصّل إلى الحقيقة يقتضي استدعاء العقل واستخدام الحجج المستمدة من «الحكمة والجود الإلهيين؛ وأخيراً اعتبار الشهادات التي تثبت بأن الحكماء القدامى كانت لديهم الأحكام نفسها. فقد تبنّى هذا الرأي كل من الفلاسفة الهنود الطبيعيون والحكماء المصريون وأيضاً البراهمانيون الهنود وكهنة بابل وفارس ومعهم الكهنة الكلدانيون الذين كانوا يُنعَتون بالسحرة»[18].

للتأكد من صواب هذا المذهب، لم يكتف نيوتن بالاطلاع على ما قدمه مور بوصفه سلطة معرفية، بل سيعمل على تعميق المسألة وسيقتنع في آخر المطاف بأن «الوحي الأصل» نزل على موسى «باعتباره أكبر فيلسوف عرفه العالم بكل تأكيد»[19]؛وقد بلغه موسى إلى ورثته. «هكذا أخذ البراهمانيون مبادئ دينهم من «الإبراهيميين» «أبناء إبراهيم». وسيعيد نيوتن، في ضوء قراءته لمور، قراءة *التأمل* السادس لديكارت، المنشور سنة 1641 باللاتينية؛

حيث سيجد فيه إحدى الجمل المفتاح للفلسفة الديكارتية التي أثارت اعتراض مور، والتي جاء فيها ما يلي: «هناك اختلاف كبير بين الروح والجسد، لأن هذا الأخير (corpus) قابل دوماً للقسمة من حيث طبيعته، بينما الروح (mens) لا تقبل القسمة أبداً»[20]. وسيستخلص ديكارت من هذه الملاحظة بأن المسافة بعيدة بين ما «تراه» الروح بفضل المخيلة و«واقع» العالم. فالعالم الواقعي مكون من «جزيئات» تنتج إحساساً بـ«الكيفيات» (كبير/ صغير، حار/ بارد، جاف/ رطب الخ...) عندما تلمس أعصابنا. لذلك فإن الكيفيات هي خيال حواسناً، وما يهم في الطبيعة هو «الكميات»؛ فأين سنجدها؟

حسب ديكارت، تشكل الجُزَيْئات المتحركة آلة دائمة، لا يمكن للإرادة الإنسانية (أي الروح) التأثير فيها. فبعد أن يتمّ تفعيلها و«تحريكها» – من طرف الله – تشتغل هذه الآلة وحدها مثلما تفعل الساعة الحائطية، من دون أن تؤثر فيها الروح (أو الشيء المفكر res cogitans) فهي مقر «الكميات». والحال أن هذا العالم «الآلي» ليس هو الذي تصوّره نيوتن، رغم إعجابه وحبه الكبيرين لديكارت؛ لذلك تابع قراءته المتأنية لمور. فهذا الأخير سيجد عالماً آخر، دقيقاً وملْغزاً، ضمن كتابات فلاسفة كبار في زمنه، وهم

المنجّمون والخيميائيون.

طبعاً سيحتفظ مور بالتمييز المقترح من قِبَل ديكارت بين الروح والجسد، لكنه سيقر بتأثير من خيميائيين فرنسيين مشهورين وهما لوفيفر وديسبانيي D'Espagnet، بأن الروح تتدخل أحياناً بشكل مباشر كـ«مبدأ فاعل» في شؤون العالم، وبالخصوص في العمليات الكيميائية أو في كل حدث طبيعي. وسيفسّر ذلك قائلاً: «يمكن أن يدرك المرء بسهولة لماذا سميته «روح الطبيعة»، ذلك أنه مبدأ ذو تأثير وفاعلية، فأنا منحته هذا الاسم لأنه سبب نشوء الأشياء وتركيبها»[21].

سيلخص مور مجموع انتقاداته لنظام تفكير ديكارت في نص عنوانه «*ترياق ضد الإلحاد*». وقد وجد نيوتن ضمن صفحات هذا النص، التأكيد التالي: «في ظاهرة الجاذبية التي لم تفسرها الميكانيكا الواحدية moniste لديكارت، يتجلى فعل مبدأ غير أرضي (غير جسدي) وغيرمادي»[22].

أصيب نيوتن بالارتباك عندما قرأ هذه السطور. هناك حديث عن الجاذبية، لكن هذا الأمر لم يكن يهمه في تلك الفترة، بل إن فكرته حولها كانت ناقصة. فإذا كانت الجاذبية كما أكد ديكارت ناجمة عن السقوط المستمر «لمادة لطيفة» تجر معها الأجسام إلى تحت خلال عملية

سقوطها، «وإذا كانت أشعة الجاذبية قد تتوقف بفعل الانعكاس أو الانكسار، فيمكننا باستعمال هذه الطريقة أو تلك، خلق الحركة الدائمة»[23]. ولتوضيح فكرته، أنجز بدفتره رسماً أولياً لآلة متحركة باستمرار بفعل المدّ المستمر للتيار الانجذابي[24].

لنعتبرْ إذاً بأن الجاذبية لم تكنْ تهم نيوتن في تلك الفترة. فهناك مواضيع أخرى تثير اهتمامه أكثر من غيرها، وهو يرغب بدوره في البحث عن روح الطبيعة. لكن مسار حياته سيأخذ فجأة اتجاهاً آخر. فقد كان يقتسم غرفته مع زميله فرنسيس ويلفورد F. Wilford الذي تحمّله لمدة سنتين، مع العلم بأنهما التحقا بكامبريدج في اليوم نفسه؛ لكن نيوتن لم يكن يشعر اتجاهه بأي عداوة رغم كرهه له. وفجأة سيظهر زميل جديد في شخص طالب التحق مؤخراً بمعهد ترينيتي، هو جون ويكينس J. Wickins الذي سيحل محل ويلفورد الممقوت. ونحن لا نعرف الشيء الكثير عن هذا الشخص الذي سيتقاسم المسكن مع نيوتن مدة عشرين سنة! فهو ابن المشرف على مؤسسة إدوار السادس بمانشستر وكان رفيقاً أميناً لنيوتن، حيث عمل لديه كسكرتير وأحياناً كمساعد له في بعض التجارب التي كان يجريها داخل غرفتهما التي تحولت سريعاً وبتواطؤ مع ويكينس إلى ورشة، قبل أن

تصبح مختبراً.

لا يقف الأمر عند هذا الحد، فهناك مفترق طرق آخر في حياة نيوتن، سيبرز في السنة نفسها وعن طريق الصدفة أيضاً.

الهوامش

1) J. Calvin, *institutio christianae religionis*, 1536.
وقد وزع الكتاب بإنجلترا، على يد المنفيين الذين فروا من اضطهاد ماري تيدور.

2) J. Calvin, op. cit., p. 336.

3) لم يكن قد حصل بعد على العضوية (fellow) بمعهد الثالوث المقدس (ترينيتي).

4) تفادى الحصول على هذه الدرجة، رغم أنه اجتاز كل المراحل التي تمهد للحصول عليها.

5) ثلاثة منها معروفة بالرمز Add 3996 MS، Add 3975 MS، Add 4000 MS ويعني الاختزال Add MS: «الوثائق المضافة بمكتبة جامعة كامبريدج». وقد سجل فيها نيوتن ملاحظاته الناجمة عن قراءاته الأولى بكامبريدج.

6) W. Charleton, *Physiologia Epicuro – Gassendo – Charltoniana or a Fabrick of Science Natural upon the Hypothesis of Atoms, Londres, 1654, p. 3.*

7) كانت الطبعة اللاتينية *لخطاب المنهج*، التي كان نيوتن يتوفر عليها، هي الطبعة التي أشرف الوزير البروتستانتي الفرنسي إتيان دو كورسيل على إعدادها وإصدارها بأمستردام سنة 1655، تحت عنوان *نماذج فلسفية*. ولا تُعتبر هذه الترجمة نموذجية نظراً لاستعمال دوكورسيل للعديد من المصطلحات الفرنسية للتعبير

«بشكل أفضل» عن فكر ديكارت. من جانب آخر، لم يتجرأ دوكورسيل على ترجمة مؤلف *الهندسة*. وسيحظى بترجمة هذا العمل الرياضي الهولندي فرانز فان شوتن الابن (1615 – 1661) الذي يعتبر «تلميذا» حقيقياً و«ابنا روحيا» لديكارت.

8) *De figuris quas pellucida corpora requirunt*.. Œuvres de Descartes, Librairie philosophique J. Vrin, Paris, vol. VI, p. 622.

9) Lettre de Descartes à Mersenne, 25 février 1630, ibid., vol. I, p. 119.

10) Ibid., vol. XI, p. 26

11) Ibid., vol. XI, p. 37.

12) Ibid., vol. I, p. 43.

13) Ibid, vol. I, p. 250.

14) Ibid., vol. I, p. 252.

15) صدر كتاب *العالم* أول مرة بلايد Leyde سنة 1662، بعد مرور 12 سنة على وفاة الفيلسوف ديكارت، وذلك ضمن ترجمة لاتينية أنجزها الناشر فلوران شيول. أما النسخة الأصلية (المكتوبة بالفرنسية) فصدرت سنة 1664 ثم سنة 1677 وعنوانها هو: *عالم السيد ديكارت أو رسالة في الضوء*.

16) H. More, *The Immortality of the Soul, So farre forth as it is demonstable from the Knowledge of Nature and the Light of Reason*, William Morden, Londres, 1659.

17) Ibid., p. 450.

18) Ibid., p. 246.

19) I. Newton, *The Chronology of Ancient Kingdoms Amended*, J. Tonson in the Strand and J. Osborn and T. Longman in Pater Noster Row, Londres, 1728, p. 351. Trad. Française, *Chronologie des anciens royaumes*

corrigée, Paris, 1728, reproduit dans *Isaac Newton, Ecrits sur la religion*, Gallimard, coll. Tel, Paris, 1996.

20) R. Descartes, Œuvres, op. cit., vol. IX, p. 68.

21) H. More, *The Immortality of the Soul*, op. cit., p. 467.

22) H. More, *Antidote Against Atheism*, Londres, 1662, p. 36.

23) I. Newton, Cambridge University Library, Add MS 3996, ff. 121, 102.

24) يوجد هذا الرسم ضمن كتاب: R. Westfall, *Newton*, op. cit., p. 123

نيوتن الرياضي

اكتشاف الهندسة

يقام في كل سنة، غير بعيد عن كامبريدج، أحد أشهر معارض إنجلترا، هو معرض ستوربريدج Sturbridge. وقد زاره نيوتن سنة 1663 واقتنى بعض الكتب خلال هذه الزيارة، ومن بينها عمل من أعمال جيروم كاردان J. Cardan، وهو منجّم ورياضي إيطالي غزير الإنتاج، اخترع صيغة *علم التنجيم القانوني*. ويتضمن علم التنجيم حسب كاردان قسمين وهما: وصف حركات الأفلاك (وهو ما ندعوه اليوم بعلم الفلك) و*علم التنجيم الشرعي* وهو العلم المتعلق «بأحكام» الأفلاك «المنصبة على أحداث العالم»[1].

كان كاردان شخصاً غريب الأطوار! فقد ولد سنة 1501 بمدينة بافيا Pavie وحصل على الدكتوراه في الطب قبل أن يعيش حياة المغامرة التي قادته من بافيا إلى ميلانو، ثم إلى اسكتلندا حيث أصبح منجّماً وطبيباً خاصاً لمطران كنيسة القديس أندري، إلا أنه سيختفي في روما سنة 1576. وحسب ما جاء في سيرته الأسطورية نوعاً ما: «فإنه اختار الموت جوعاً كي لا يكذب تنبؤاته التنجيمية». وكان على

ما يبدو يعيش حالة وجْد عندما يرغب في ذلك ويحرر كتبه التي يمليها عليه جني مألوف لديه، يدعوه طيتيم Tétim «كان يخضع للزهرة وبدرجة أقل لزحل ولعطارد»[2].

سيقتني نيوتن كتاباً آخر باللاتينية بعنوان: *خلود النفس*[3] أكد فيه هذا الإيطالي بأن «الأنبياء انحدروا من قوى الكواكب والنجوم». وحسب كاردان، فإن هذه الحقيقة تجد حجّتها في حساب *قبلي*، تمكّن من خلاله «ولحسن حظه»، من التأكيد على أن أرض الميعاد بالنسبة للأنبياء هي فلسطين. وقد أثارت هذه الإحالة على الأنبياء اهتمام نيوتن وتعاطفه. لكن عند عودته إلى كامبريدج، لم يتمكن من رسم بعض الأشكال على الورق بطريقة صحيحة من أجل قراءة طالعه كما أوصى كاردان بذلك. لذلك، قرّر الشروع في دراسة شيء من الهندسة. وتبين له بعد أن استعلم الأمر، بأن معهد ترينيتي يتوفر على عالم رياضي مقتدر وهو إسحاق بارو I. Barrow المعيّن أستاذ كرسي لوقا، الذي استحدث لتدريس العلوم. واتفق أن بارو كان متخصصاً في الهندسة الإغريقية؛ لذلك زار نيوتن المكتبة رفقة الأستاذ المشرف عليه (وكان هذا الأمر ملزِماً لكل طالب) وراجع كتاب *العناصر* لأوقليدس المنشور في طبعة لاتينية أشرف عليها بارو سنة 1655 وفي طبعة إنجليزية أشرف بارو أيضاً على

نشرها خمس سنوات فيما بعد[4].

بدا هذا الكتاب منفراً لنيوتن (فقد كان يشمل 15 مجلداً!) إلا أنه كان مرفوقاً بفهرس، سمح لهذا الأخير بتدقيق أبحاثه وتحديد مُبرْهنتين أو ثلاث مبرْهنات كان يحتاجها لقراءة طالعه. وعندما تبينت له «بداهة» هذه المبرهنات (وهي كذلك)، «اعتبر الكتاب تافهاً ولم يعره أي اهتمام»[5]. بالمقابل، سيبدأ اهتمامه بالرياضيات كلعب ذهني! وعلى الفور، سيتخلى (مؤقتاً) عن دراسة «علم التنجيم الشرعي» وسينشغل (مؤقتاً أيضاً!) بعلم الهندسة.

لقد ظلت الهندسة في القرن السابع عشر، جزئياً على الأقل، كما كانت عليه منذ ابتكارها من على يد كهنة بابل ومصر القديمة، حيث كانت عبارة عن لعب (ذهني) يمارس من خلال رسم الخطوط على الرمال أو على ورقة البردي. وحتى لا يكون اهتمامه بالهندسة مجرد تسلية، قرر نيوتن قراءة أصعب الدراسات من بين تلك الثلاث المواكبة لخطاب المنهج لديكارت، ألا وهي مبحث الهندسة. وقد وجد صعوبة في قراءته، بحيث يحكي جون كوندويت J. Conduitt، وهو من أكثر المقربين إلى نيوتن في السنوات الأخيرة من حياته، «بأنه اشترى الكتاب وشرع في قراءته؛ لكن بعد صفحتين أو ثلاث، لم يفهم شيئاً، فأعاد قراءة

الصفحات، ومرة أخرى واجه مقاطع صعبة، ثم أعاد الكرة من جديد واستمر على هذا الإيقاع، إلى أن فهم الكتاب برمته من دون مساعدة أي أحد»[6].

لنقرأ إذاً الأسطر الأولى من كتاب الهندسة (في طبعته الفرنسية الأصلية)حتى نتمكن من معرفة الأسباب التي دعت نيوتن إلى قراءته، مع العلم بأنه كان من أوائل قارئيه بإنجلترا في تلك الفترة. ففي القسم المعنون بـ «كيف يرتبط الحساب بعمليات الهندسة؟»، كتب ديكارت ما يلي7 : «بما أن الحساب برمته يتألف من أربع أو خمس عمليات وهي: الجمع والطرح والضرب والقسمة والتجذير extraction des racines الذي يمكن اعتباره نوعاً من القسمة، فإننا لا نقوم في الهندسة المتعلقة بالخطوط التي نريد معرفتها، سوى بإضافة بعضها إلى بعض أو طرح بعضها من بعض أو إسناد خط أدعوه بالعدد الواحد، إلى الأعداد، بحيث يمكن استعماله عند الحاجة؛ ثم عندما يكون لدينا خطان، نبحث عن رابع يكون بالنسبة لأحد الخطين مثلما هو الشأن بالنسبة لعلاقة الخط بالعدد الواحد، بحيث تنطبق عليه قاعدة الضرب؛ أو نجد خطاً رابعاً يكون بالنسبة للخطين المذكورين مثلما هو أمر العدد الواحد بالنسبة للخط، حيث تنطبق عليه قاعدة القسمة؛ أو نجد في الأخير نسبة متوسطة

أو نسبتيْن أو عدة نسب بين العدد الواحد وبين خطوط أخرى، مثلما نستخلص الجذر التربيعي racine carrée أو التكعيبي الخ... ولن أخشى من إدراج هذه الصيغ الحسابية في الهندسة لجعلها مفهومة أكثر».

الملاحظ أن قراءة كتاب الهندسة بكامبريدج، خلال تلك الفترة، لم تكن خير وسيلة للتحضير للامتحانات من أجل الحصول على منحة المعهد؛ خصوصاً وأن نيوتن لم يستسغ هذا المؤلف لسبب بسيط وهو أنه وجد من غير اللائق أن يجمع ديكارت بين الهندسة والحساب، بين علم الأشكال وعلم الأعداد، وهما العلْمان اللذان عمل الرياضيون على الفصل بينهما. لهذا، لم يكن بطلنا مؤهلاً للحصول على إحدى المنح التي كان معهد ترينيتي يمنحها للطلبة ذوي الاستحقاق، لتمكينهم من متابعة دراستهم. ولتسهيل العملية، طلب بولاين Pulleyn من إسحاق بارو إجراء اختبار لطالبه (نيوتن). وفعلاً سأله بارو حول كتاب العناصر لأوقليدس، وهو العمل الذي راجع نيوتن فهرسه فقط كما سبق أن ذكرنا. فهل شعر الأستاذ بالإمكانيات الاستثنائية للمرشح؟ المهم أن نيوتن حصل على المنحة، وتشمل التغذية ونفقة سنوية يؤديها المعهد؛وهو ما سيسمح له بمتابعة الدراسة بالمعهد إلى حين حصوله على شهادة

الماستر في الفنون، بعد أربع سنوات من الدراسة. وجاءت هذه المنحة في الوقت المناسب، لأن ما سيحصل في أواخر تلك السنة هو:

ظهور مُذَنَّب لا يبشّر بالخير

بتاريخ 17 نوفمبر/ تشرين الثاني 1664، كانت أوروبا المتطلّعة إلى كل ما هو جديد، تعيش حالة من القلق، إذ ظهر في سمائها مذنب براق وجميل. وبتاريخ 4 ديسمبر/ كانون الأول من السنة نفسها، كان المذنّب في أقرب نقطة من الشمس وكان يضيء سماء الخريف. لذلك حظي باهتمام أبرز علماء الفلك آنذاك وهم أوزو Auzout وبوتي بباريس وكاسيني Cassini بروما وهيجنز Huygens بهولندا وبوريلي بمدينة بيزا Pise وهيفليوس Hevelius بدانتزيغ Dantzig، حيث استخدم كل واحد منظاره لمراقبته.

وبفرنسا، نظم بأمر من الملك لويس الرابع عشر مؤتمر أشرف عليه اليسوعيون بمعهد كليرمون Clermont الذي سيصبح فيما بعد ثانوية لويس الأكبر، وذلك لمناقشة هذا الحدث. وقد صاغ بيير بوتي بالمناسبة مبحثاً بعنوان *مقالة حول طبيعة المذنبات*، أهداه إلى الملك المذكور. كما انتهز بوتي وأوزو الفرصة وطلبا من هذا الأخير إنشاء أكاديمية

ملكية للعلوم ومرصد ملكي بباريس، لمنافسة الجمعية الملكية بلندن، على نطاق أوروبا.

بكامبريدج، كان الطالب الممنوح حديثاً بمعهد ترينيتي، يقضي الليالي في ملاحظة المذنب، بدون نوم وأحياناً بدون أكل. وشرع في صياغة مجموعة من الملاحظات بأحد دفاتره من حجم 8 ورقات، لأن المذنب «سبب له إزعاجاً كبيراً»[8]. أما بلندن فقد كلفت الجمعية الملكية روبير هوك R. Hooke خصيصاً بملاحظة المذنّب الذي ظل بادياً إلى حدود 23 يناير/ كانون الثاني 1665؛ وبتقديم «فرضية» تسمح بتفسير حركته.

تابع نيوتن من جهته قراءة كتاب *الهندسة* في كل مرة يتوقف فيها عن ملاحظة المذنب، وأدرك تدريجياً بأن ديكارت لم يجمع فقط بين الحساب والهندسة، بل أدرج أيضاً وخصوصاً الجبر. ومعلوم أن القليلين كانوا يفهمون ويمارسون الجبر في القرن السابع عشر. ذلك أن هذه المادة التخصصية كانت تتطلب استخدام الرموز، وبالخصوص كتابة «معادلات» تتضمن «مجهولاً» أو أكثر، تم تمثيلها في مؤلف الهندسة بالأحرف الهجائية الأخيرة، بحيث يتعيّن إيجاد قيمتها من أجل حل المعادلة. وهناك أمر خاص أثار نيوتن في عمل ديكارت المذكور. ففي الفقرة 14 من الكتاب

الثالث، حول ديكارت «المخرج ذا حدين binôme «y – a إلى أس 6، وهو ما أدى إلى النتيجة التالية:

$(y-a)^6 = y^6 - 6ay^5 + 15a^2y^4 - 20a^3y^3 + 15a^4y^2 - 6a^5y + a^6.$

أدرك نيوتن بأنه سبق أن رأى في موضع آخر الأرقام الموجودة بهذه الصيغة وهي:1، 6، 15، 20، 15، 6، 1، غير أنه لم يتذكر أين؛ فاضطر إلى مراجعة المؤلفات الرياضية الموجودة بمكتبة معهد ترينيتي، وخصوصاً أبحاث الأسقف جون واليس J. Wallis وهو يدرس بأكسفورد ويعتبر أحد أفضل العلماء الرياضيين بإنجلترا. وفي إحدى الأمسيات جاءه الجواب؛ فهذه الأعداد موجودة بالصف السادس من «المثلث الحسابي «الشهير لباسكال Pascal وهو كالتالي:

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1
1 5 10 10 5 1
1 6 15 20 15 6 1

وضمن هذا المثلث، يمكن متابعة الأعداد إلى ما لا نهاية.

طبعاً، «عرف ديكارت كيف يحول المخْرج ذا الحدين إلى أسّ مرتفع، ومع ذلك لم يقدم الصيغة العامة المتمثلة

في تحويله إلى الأس n». وسينطلق نيوتن من المسلَّمة التي مفادها أن الأعداد المطابقة لـ n ستكون هي الأعداد النونية nième المرتبة بالمثلث. وقام بالتحقّق من ذلك كما اقتضت العادة، فتبيَّن له أن الصيغة العامة التي تسمح بحساب الأعداد بسيطة؛ ذلك أن كل عدد بسطر معيّن هو مجموع العددين الموجودين بالسطر السابق، من اليمين واليسار. مثلاً، إن العدد 6 بالسطر السادس هو مجموع العددين 1 و5 الموجودين بيمين ويسار السطر الخامس. وخلال بحث نيوتن عن الصيغة العامة، توصّل إلى أن الحد العام للسطر النوني يساوي: $n(n-1)(n-2)...$ مقسومة على $1 \times 2 \times 3...$ وستبدو له هذه النتيجة «هائلة»، وهو ما أكدته كتب تاريخ الرياضيات التي اعتبرتها من بين أهم مساهماته في هذا المجال.

بعد استمتاع نيوتن بهذا التوغل في ميدان الجبْر وافتتانه به، بحث عن 3 ألغاز «أخرى للحل»، بالاعتماد على مهارته. وعلى الفور سيواجه المسألة التالية: فحسب ويليس، إذا كانت x أصغر من 1، فمن الممكن حساب لوغاريتم $1 + x$ بواسطة السلسلة اللا متناهية: $X - x^{2/}2 + x^{3/}3 - x^{4/}4 +$ [10]. سيقوم نيوتن بحساب قيمة هذه السلسلة بالنسبة لـ x تساوي 0،1 وذلك بالاعتماد الدقيق

على 46 رقماً بعد الفاصلة! هكذا، حسب بشكل منفصل مجموع الحدود ذات المعامِلات الإيجابية: $x + x^{3/}3 + x^{5/}$ + 5ثم مجموع الحدود ذات المعامِلات السلبية: $x^{2/}$ - $2 - x^{4/}4$ -

ولحساب المجموع الأول كتب نيوتن على السطر الأول قيمة x وهي:

0,10000. 00000. 00000...

وتحته كتب على السطر قيمة $(0,1)^3/3$ وهي:

0,00033. 33333. 33333...

وبالسطر الثالث كتب قيمة $(0,1)^5/5$ وهي:

0,00000. 20000. 00000...

وبالسطر التالي كتب قيمة $(0,1)^7/7$ وهي:

0,00000. 00142. 85714...

هكذا إلى حدود السطر 28. بعد ذلك، قام بالعملية نفسه بخصوص المجموع الثاني، ثم جمع بينهما وحصل على النتيجة المرتقبة وهي:

Log 1,1 = 0,08531. 01798. 04324. 8...

انخرط نيوتن في اللعبة وأعاد الحساب ناقلاً مستوى الدقة هذه المرة إلى 55 عدداً بعد الفاصلة؛ ثم أعاد الحساب بقيمة x تساوي 0,01. وبهذا الإنجاز أحس بأنه يمتلك روح

عالم في الجبر.

ولأن الرغبة تملكته في متابعة بحثه، فإنه لجأ من جديد إلى مؤلف *الهندسة*. ذلك أن ديكارت رسم فيه عدة منحنيات، مبيّناً بأن كل منحنى يطابق معادلة جبرية. وسيقوم نيوتن مرة أخرى بقراءة أبحاث الأسقف ويليس الذي رسم هو أيضاً عدة منحنيات، متأثراً في ذلك بديكارت. وبشكل عام، فإن ويليس اقترح مسلمة مفادها أن المساحة الموجودة تحت المنحنى المطابق للمعادلة $y = x^n$ تساوي: $xn+1/(n +$ (1. ويبدو هذا التأكيد مهماً، لأنه يثير لغزاً مزدوجاً، إذ كيف يمكن قياس طول الخط عندما يكون منْحنياً؟ وكيف يمكن قياس المساحة الموجودة *داخل* دائرة مثلاً؟

إن الأمر ليس سهلاً! ذلك أن المسألة المطروحة بهذا الشكل والمسماة بـ «تَرْبيع الدائرة» ظلت مزعجة للرياضيين، منذ أن حاول أرخميدس حلها عشرين قرناً من قبل. لكن، ما الداعي إلى الاهتمام بمثل هذه المشكلات؟ ألا تُعتبر في حدّ ذاتها مجرد غرائب رياضية ؟ ألم يخطئ علماء الهندسة القدامى عندما حصروا تدريس الرياضيات وسط أبناء الأسر الغنية الذين كانوا يتوفرون بمفردهم على الوقت الضروري لممارسة مثل هذه الأنشطة اللّهْوانية؟ واليوم، ويا لسخرية القدر، فإن الطالب الفقير نيوتن، هو الذي يتوفر

على حرية الفكر وعلى الوقت الضروري لممارسة لعبة الهندسة والجبر الدقيقة.

الطاعون يفتك بلندن

بعد مرور بضعة أسابيع على اختفاء المذنَّب، تسلّط وباء الطاعون على لندن. فقررت الجمعية الملكية إغلاق أبوابها، وتشتت أعضاؤها وسط الأرياف. لكن بقي *السكرتير الشاب* أولدينبورغ H. Oldenburg لحراسة المقر والحرص على المراسلات. وفي شهر أغسطس/ آب أعلن الطهراني الصالح روبير هوك بأن الوباء «استفحل»، لكن يبدو أن الأشخاص الذين يمارسون حياتهم «بنقاء وعزم» ويتفادون الاختلاط، لم يُصابوا بأذى.

اجتمع أعضاء الجمعية مؤقتاً عند روبر بويل بأكسفورد، وكانت اللقاءات تتم كل يوم أربعاء. لكن الوباء انتشر في كامبريدج، مما أجبر الطلبة والأساتذة على مغادرة الحرم الجامعي تباعاً. وبكوربوس كريستي corpus christi ، معقل هنري مور (الذي كان يُدعى ملاك هذا المعقل) بقي عضو من الجمعية وطالبان مع بعض الخدم لصيانة المكان. وكان هؤلاء الأشخاص يسكبون يومياً بكؤوس نبيذهم «مسحوقاً واقياً» ويحرقون الفحم والقطران والكبريت،

أملاً في الإفلات من العدوى[11].

أثناء زيارة نيوتن لأهله في بداية الصيف، عرَج على قرية بوثبي بانييل Boothby Pagnell حيث كان راعي كنيستها هامفري بوبنغتون H. Bobington هو أخ مؤجرة سكناه بغرانثام. وكانت هذه الزيارة مناسبة، لأن أخ السيدة كلارك وهو من قدماء معهد ترينيتي، كان سيُعَيَّن مشرفاً متابعاً على هذا المعهد، وهو المنصب الذي سيجعله عضواً من الأعضاء الثمانية المكلفين بتدبير شؤون المعهد، إلى جانب المدير.

بعد مدة قصيرة، جاءت أخبار مطمْئنة من كامبريدج التي أصدر فيها رئيس الجامعة نشرة يعلن فيها بأن «كل المعاهد أفلتت، والحمد لله، من عدوى الطاعون وما زالت بمنأى عنه». هكذا، سيعود نيوتن إلى كامبريدج بعد غياب دام ثمانية أشهر.

في اليوم التالي، وتحديداً بتاريخ 21 مارس/ آذار 1666 بلندن، قدم روبر هوك تقريره حول المذنَّب إلى الجمعية الملكية، حيث لاحظ بأن هذا الأخير قام بحركة عكْسية حول الشمس، أي في الاتجاه المعاكس للكواكب، واستنتج بأن كل الأجرام السماوية (بما فيها المذنّبات) تنتقل عبر مدارات مغلقة حول الشمس، مؤكداً بأن اتباع هذه الأجرام لمداراتها راجع إلى كون حركتها المماسية tangentiel، التي

تسعى إلى إبعادها عن الشمس في خط مستقيم، تتساوى مع الفعل المتدخّل «لمبدأ جاذب».

بتاريخ 23 مايو/ أيار من السنة نفسها، قدّم للجمعية الملكية الفرضية التي طُلب منه كل الأعضاء صياغتها، وهي أن حركة «المبدأ الجاذب» المعوّض للحركة المماسة للأجرام السماوية أثناء تنقلها حول الشمس، تتناسب عكسياً مع مربّع المسافة الفاصلة بين هذه الأجسام. وسيؤكد هوك بأن هذه الفرضية تسمح بإبراز الظواهر السماوية، أي أنها «ستحافظ على المظاهر» حسب تعبير القدماء. ويتعيَّن الآن البرهنة بواسطة الحساب، على أن هذه الفرضية تعمل بشكل صحيح.

بعد مرور بضعة أيام، عاد الطاعون الذي ما زال يفتك بلندن، إلى كامبريدج من جديد، فاضطر نيوتن إلى العودة مرة ثانية إلى مقر سكناه مرغماً، مع اعتبار هذه العودة مؤقتة. في الفترة نفسها، قام الشاب كريستوفر ورين C. Wren، وهو رياضي وعالم فلكي متميز، بزيارة إلى عاصمة لويس الرابع عشر (باريس). وقد انبهر بالمآثر الكلاسيكية التي اكتشفها، مثل القصر الملكي لريشليو Richelieu، حيث قرر عند عودته إلى لندن تغيير مسار حياته والانشغال بالهندسة المعمارية. وسيتعزز هذا القرار مباشرة، بعد وقوع

حدث مأساوي. فقد كانت لندن سنة 1666 عبارة عن مدينة صغيرة لا تزال تنتمي للقرون الوسطى، تشتمل على منازل ذات أبواب وجوانب خشبية، متمركزة حول مائة كنيسة تقريباً. وفي إحدى أمسيات شهر سبتمبر/ أيلول، وبينما كان الطاعون يفتك بالمدينة منذ عدة شهور (حيث كان يحصد حوالي 7 آلاف ضحية يومياً)، اندلع حريق بأحد المنازل وانتقل سريعاً إلى باقي المنازل الأخرى. وعلى الفور احترقت المدينة بكاملها، مما وضع حداً للطاعون، لكن بشكل مأساوي. وقد كلف الملك لجنة بإعادة بناء المدينة بالآجر والحجارة هذه المرة. وكان روبير هوك عضواً بهذه اللجنة وكذلك ورين الذي طلب منه، بفعل موهبته، القيام بالمسح الضروري لإعادة بناء العاصمة.

الهوامش

1) J. Cardan, *Cl. Ptolemaei pelusiensis IIII de Astrorum judicijs*, L. Luvium, Bâle, 1544, vol., I chap. I, p. 5.
وكان كاردان عالماً رياضياً كبيراً وتنسب إليه بالخصوص، طريقة حل المعادلات من الدرجة الثالثة ومشروع النظرية الحديثة في الاحتمال.

2) J. Cardan, *Ma vie*, 1575, ch. XXXVII, texte latin et trad., J. Dayre, Champion, Paris, 1936, p. 96

3) J. Cardan, *De Immortalitate animorum*, S. Gryphius,

Lyon, 1545.

4) I. Barrow, *Euclidis Elementorum Libri XV breviter demonstrati, 1655*.

في فترة بارو، كان يضاف كتابان مزيّفان إلى الكتب الثلاثة عشر من مبحث أوقليدس، وهما «الكتاب الرابع عشر» و«الكتاب الخامس عشر». وكان الأول من تأليف عالم الهندسة هيبسكليس Hypsicles (القرن الثاني قبل الميلاد). أما الثاني فهو من تأليف إزيدور الميلي Isidore de Millet، مهندس كنيسة القديسة صوفيا بقسطنطينية والذي عاش في القرن السادس الميلادي. وبإدراج هذين الكتابين ضمن ترجمته للعناصر، اتبع بارو التقليد المتبع في عصره.

5) وذلك حسب مذكرات الحوارات مع نيوتن، التي صيغت بعد وفاته. انظر:

J. Conduitt, *Memorandums relating to sir Isaac Newton given me by Abraham De Moivre in Nov. 1727,* University of Chicago Library, MS, 1075 – 1077, Keynes MS 130. 10 f. 2v.

6) Ibid.

7) R. Des Cartes, *La Géométrie, Œuvres, op. cit.,vol. VI, p. 369.*

تم إغناء الطبعة اللاتينية (وهي من مجلدين) المنشورة سنة 1659 والتي كانت في حوزة نيوتن، مقارنة بالطبعتين الأولى والثانية؛ حيث أضيفت شروح وتفسيرات عديدة، إما من طرف نيوتن نفسه، أو من طرف علماء رياضيين آخرين أكفاء مثل هيود Hude وفون هورايز Von Heuraer ودوبون De Baune ودويت Dewitt وذلك على هامش نص ديكارت. وانظر أيضاً في المرجع التالي، القسم الأول، الفصل 5، الهامش 1 بالعنوان الفرعي «خلاصة الكل».

8) Cf. R. Westfall, *Newton*, op. cit., p. 121, n. 70.

9) كان «مثلث باسكال» معروفاً لدى الرياضيين منذ مدة، عندما اهتم به باسكال سنة 1654، غير أن هذا الأخير سيستخدمه لحل مسائل جديدة، بعد تبادله للرسائل مع بيير دو فيرماط، وهو ما سمح بإضفاء اسمه على هذا المثلث. وفعلاً، سيستخدم باسكال مثلثه الذي سيشكل منطلق الحساب الحديث للاحتمالات.

10) لوغاريتم العدد هو الدالة الأسية التي ترفع إلى عشرة، لإيجاد 1 + x في الحالة التي درسها نيوتن

11) C. H. Cooper, *Annals of Cambridge, vol. 3*, p. 158, In Westfall, op. cit., p. 179.

telegram @ktabpdf

سنة 1666 المشهودة

ماذا فعل نيوتن خلال الطاعون المُهول؟

من المؤكد أنه استعاد غرفته بالطابق الأول من منزل الأسرة بوولستروب، حيث تعرف بشكل جيد على إخوته وأخواته غير الأشقاء. ربما اهتم بعض الشيء بالغنم وبأشغال المزرعة، وبالخصوص، كما تقول الحكاية، حين جلس يوماً شارد الذهن تحت شجرة التفاح. وينبغي الحفاظ على هذه الحكاية التي أصبحت أسطورية، بنوع من الخشوع. وبالرغم من الموقف المتشكِّك للوفيرلي Loup verlet، الشارح المتميز لأعمال نيوتن، فإن ما نقلته الحكاية وقع على الأرجح. لكن فيرلي سيؤكد على العكس من ذلك بأن نيوتن «أسس منذ بداية مساره العلمي هذه الأسطورة التي سيدعمها في شيخوخته. فقد رسم أسطورة السنة الرائعة، وهي سنة 1666 التي عرفت انتشار الطاعون المهول، كما كانت سنة العودة إلى منزل الأم ووضع أسس المشروع المستقبلي. هكذا، تشكل حصن تاريخي سمح له بأن يقاوم وينتصرعلى ادعاءات أسبقية الاكتشاف الصادرة عن خصومه»[1].

بعد نصف قرن تقريباً من هذه الوقائع، كتب نيوتن ما

يلي: «في شهر نوفمبر/ تشرين الثاني 1665، توصلت إلى طريقة التفاضل، وفي يناير/ كانون الثاني من السنة التالية تمكنت من وضع نظرية الألوان، وفي شهر مايو/ أيار توصلت إلى طريقة التفاضل العكسية. وفي السنة نفسها، بدأت التفكير في امتداد الجاذبية إلى مدار القمر (..) وقد حدث كل ذلك في سنتي الطاعون (1665 – 1666). ففي تلك الفترة، كنت في عنفوان شبابي الابتكاري وكنت أفكر في الرياضيات والفلسفة أكثر من أي وقت مضى»[2].

أريد أن أستثمر هنا التحليل الدقيق للوثائق، الذي قام به الأستاذ ريتشارد ويستفال Westfall، الكاتب المرموق لسيرة نيوتن، حيث أشار إلى المعركة الكبيرة التي خاضها هذا الأخير في السنوات الأخيرة من حياته، للتأكيد ضد لايبنتز Leibniz بالخصوص، بأنه كان سباقاً إلى اكتشاف حساب التفاضل calcul différentiel. يقول ويستفال: «سأعالج هذا التعارض باستقلال عن مسألة الأسبقية؛ فمن الممكن حل هذه المسألة، في نظره، بفحص أرشيفات الفاعلين الرئيسين. خلال سنتي 1665 و1666، ابتكر نيوتن طريقته التفاضلية. وبعد مرور عشر سنوات على ذلك، ابتكر لايبنتز، بعد أبحاث خاصة ومستقلة، حسابه التفاضلي». وسيضيف معلقاً على ذلك: «أكد نيوتن وكتب

وألح على الدوام، بأن المبتكرين الذين أتوا بعده لا يملكون أي حق: ونحن نعتقد بأن هذا التوكيد غير معقول». بناء على ذلك، سيستنتج ويستفال «بأن المجد الناجم عن هذا الابتكار يشمل الرجلين»[3].

صحيح أن هذا النص مميز بالدقة، لأن ويسْتفال أكد اعتماداً على دراسة وثائق «الفاعلين الرئيسين» بأن نيوتن ولايبنتز اشتركا في ابتكار حساب التفاضل، رغم السنوات العشر الفاصلة بينهما. والحال، أن انشغاله بهذا النزاع العجيب، أدى إلى عدم تساؤله عما إذا لم يكن أحد آخر قد حاول ابتكار هذا الحساب قبلهما.

ثلاثون سنة من قبل بفرنسا

تُعتبر سنة 1636 علامة بارزة في تاريخ أوروبا وفرنسا، وأيضاً في تاريخ الرياضيات؛ فهي السنة التي أتم فيها ديكارت بمدينة أوتريخت صياغة مؤلفه الموسوم بـ *النيازك*، وأنجز في بضعة أسابيع كتيِّبه المذهل الذي اختار له عنوان *الهندسة*. وهي أيضاً السنة التي هيأ فيها بيير دو فيرماط بمدينة تولوز Toulouse وصاغ العناصر الأساسية لما ندعوه اليوم *بحساب التفاضل* calcul différentiel و*حساب التكامل* calcul intégral. وسيخبرنا لاغرانج

Lagrange عن ذلك قائلاً: «إن معاصري فيرماط لم يفهموا روح هذا النوع الجديد من الحساب واعتبروه فقط ضرباً من الاصطناع الخاص، قابلٍ للتطبيق على بعض الحالات فقط»[4]. فكيف يمكن للمرء، في ضوء هذه المعطيات، ألا يتعجب من كون هذا الابتكار نُسب بعد نصف قرن إلى كل من نيوتن ولايبنتز؟

أخيراً وفي السنة نفسها، ابتكر شخص ثالث يُدعى جيل بيرسون دو روبيرفال G. P. de Roberval، وهو أستاذ كرسي راموس Ramus بالمعهد الملكي، طريقة جديدة لمعالجة مشكلات الحركة بواسطة الهندسة. وهكذا، تناول في بحثه المعنون *بملاحظات حول تكون الحركات وحول وسيلة إيجاد مماسات الخطوط المنحنية*[5]، المشكلة التي سيقوم نيوتن بصياغتها سنة 1665 على الشكل التالي: كيف نتعرّف على سرعة الأجسام وفق الخطوط المرسومة من طرفها؟[6]

وقد عمل روبيرفال في بحثه المذكور على دراسة لائحة هائلة من المنحنيات الهندسية، وهي *الخط المحاري* conchoide لنيقومادوس Nicomède *والشكل اللولبي* spirale لأرخميدس Archimède *والتربيعي* quadratrice لدينوستراتيس Dinostrate *والمتعرّش* cissoide لديوقليدس Dioclès، فضلاً عن *المخروطي* conique لأوقليدس

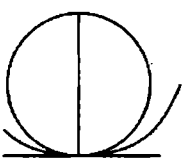
وأبولونيوس Apollonius *والحلزون* limaçon لإيتيان باسكال E. Pascal (وهو أب بليز باسكال) *والشلجم من النوع الثاني* parabole du second genre لديكارت.

لدراسة هذه المنحنيات اقترح روبيرفال قاعدة أصيلة، قائمة على علم الحركة وعرّفها كما يلي: «هي قاعدة عامة. فمن خلال الخصائص النوعية للخط المنحنى (الذي تدرسونه)، عليكم أن تفحصوا مختلف الحركات التي ترسمها النقطة بالموقع الذي توجّهون إليه المماس (مماس المنحنى بذلك الموقع)؛ وعبر كل الحركات المختزلة في واحدة، ارسموا الخط الموجّه للحركة المركّبة، وستحصلون على مماسّ الخط المنحنى».

عندما قام نيوتن بعد عشرين سنة من ذلك، أي في شهر نوفمبر/ تشرين الثاني 1665، ومن منظور «علم الحركة»، بفحص كيفية بناء مماسات منْحنيات، تكون بمثابة مدارات نقط متحركة، درس الشكل اللولبي والتربيعي والإهليلجي والدُّوَيري cycloide. والحال، أن دراسة هذا الأخير بالطريقة «الكلاسيكية» *المختصرة* أو *التفصيلية*، من قِبَل روبيرفال، شكلت إحدى أروع مساهمات التحليل التفاضلي الحديث.

زاوية التّماس

نسجل في هذا الإطار نقطة تبيّن إلى أي حد كان نيوتن، في تلك الفترة، غير متحكّم في ما سيُدعى رسمياً بعد ثمان سنوات وبفضل لايبنتز، بحساب التفاضل. وتتعلق هذه النقطة بـ «الزاوية» التي يُفترض أن المنْحنى يشكلها مع المماس عند نقطة الاتصال.



وقد كان أوقليدس أول من عالج هذه المسألة الدقيقة في كتاب *العناصر*. وعلى غرار كل الرياضيين الإغريق في عصره، نعت هذه الزاوية بـ «الزاوية على شكل قرن». والسؤال الذي أثير في حينه، هو معرفة ما إذا كان بإمكان هذه الزاوية «المكبَّرة» أن تتجاوز زاوية عادية «مستقيمة الضلعين»؛ وبصيغة أخرى ما إذا كان من الممْكن قياسُها؟ وكان جواب أوقليدس بالنفي، في الكتاب الثالث وتحديداً في القضية 16 [7].

وفي زمن نيوتن، سمحت ترجمة جديدة لمؤلف *العناصر*، بإثارة النقاش من جديد، حيث أكّد المترجم بأن

«زاوية التماس» ليست زاوية حقيقية. وامتد الجدال إلى هولندا، ثم شمل إنجلترا حيث عبر جون ويليس شخصياً عن رأيه في الموضوع. ومن جهته، أبان نيوتن عن موقفه وظل متشبتاً به مدة طويلة، بعدما تراجعت فورة السجال. فقد برهن على أن داخل كل منحنى متسم بتقوس منْتهٍ عند نقطة الاتصال، «لا تعتبر زاوية التماس أكبر بشكل لامتناه، من زوايا التماس الأخرى الموجودة بين الدوائر ومماساتها، ولا أصغر منها بشكل لامتناه»[9]. وباختصار، فإن زاوية التماس تعتبر فعلاً زاوية.

سيتبنى لايبنتز من جانبه موقفاً مغايراً تماماً، عندما سيماثل «الدائرة التماسية» للمنحنى بنقطة معينة «بالدائرة التي تشكل، مع منحنى هذه النقطة، أصغر زاوية تماس ممكنة»[10]. وبهذا التحديد، عوض المفهوم غير الدقيق «لزاوية التماس» بالمفهوم التفاضلي «للزاوية المماسة»، التي تعني من حيث *التعريف*، الزوج المشكّل داخل نقطة، من المنحنى ودائرة التماس بهذا الأخير. وتعتبر هذه الزاوية *الحد الأدنى*، أي أنها أصغر من كل زاوية تماسّ أخرى. وتشبه علاقتها بالزاوية «العادية» علاقة التفاضل بالمتغيّر المقابل له. هكذا، فإن دائرة التماس تحدّد لنا بعد بنائها، إذا ما أردنا ذلك، «الزاوية» التي تشكل منحنىً مع مماسها

عند هذه النقطة. ومن خلال هذا المثال يبرز أمامنا العمق الفكري للايبنتز.

سيرا على نهج سيتّبعه نيوتن حتى أواخر حياته، صاغ في شهر مايو/ أيار بحثيْن من بضع صفحات تحت عنوان: «من أجل حلّ بعض المشكلات عن طريق الحركة، تكفينا القضايا التالية»[11]؛ وعمل على مراجعتهما في شهر أكتوبر/ تشرين الأول ونسب فيهما لنفسه اكتشافات ديكارت وفيرماط وروبيرفال، حيث عرضها على شكل «قضايا» أعلن عنها من دون الإحالة على «مبتكريهاً الأوائل».

غير أن المشكل الذي سيواجهه هذا الإجراء (البريء على أي حال، لأن نيوتن لم يكن ينوي نشر هذين البحثين في تلك الفترة على الأقل)، هو أن شارحي نيوتن الذين لم يسبق لهم أن قرؤوا ديكارت ولا فيرماط ولا روبيرفال، سينسبون القضايا المذكورة لنيوتن، انطلاقاً من هاتين الوثيقتين، وسيثنون على هذه «الاكتشافات».

بهذا الصدد، يقدم لنا ريتشارد ويستفال ملخصاً رائعاً عن المسار الرياضي القصير لنيوتن خلال الفترتين اللتين انتشر فيهما الطاعون، حيث يقول: «عرف خريف سنة 1665 إشعاعاً كبيراً. لكن بعد إنجاز نيوتن لبحثه بتاريخ 13 نوفمبر/ تشرين الثاني، تراجع النور فجأة وبشكل كبير،

وكان هذا الأخير سبباً في ذلك. هكذا، مرت ستة أشهر لم يمارس فيها الرياضيات حسب ما تؤكده الوثائق المتوفرة. وفي شهر مايو/ أيار 1666، عاد له اهتمامه من جديد بهذا العلم، حيث خصَّص ثلاثة أيام لبلورة فكرة الحركة في بحثين منفصلين صاغهما ما بين 14 و16 من الشهر المذكور. ومرة أخرى سينطفئ النور، ليظهر من جديد في شهر أكتوبر/ تشرين الأول عند تجميعه لأفكاره في بحث متكامل. وللمرة الثالثة ستنطفئ الأنوار (...) وحسب علمنا، فإنه لم يعد مهتماً بالرياضيات خلال السنتين التاليتين»[12]. وكما سنرى، سيكون السبب في ذلك وجيهاً.

استخدام نيوتن للمَوْشور

قبل انتشار وباء الطاعون الكبير بلندن، أصدر هوك مبحثه الرائع الموسوم *بعلم التجهير* micrographie والمزين برسوم من إنجازه. ويُعتبر هذا المبحث من بين أعظم الوثائق المتعلقة بتاريخ البصريات. فقد دوَّن فيه ملاحظاته حول طريقة انعكاس الضوء على صفيحة رقيقة، تمت ملاحظتها بواسطة المجهر[13]. فعندما تضاء هذه الصفيحة بالشعاع المنير، يعكس سطحها جزءاً من الشعاع كأنه مرآة، ويخترق جزء آخر من الشعاع الصفيحة، قبل أن ينعكس في السطح

الأسفل الذي تصدر عنه العملية، كما في مرآة ثانية. وبعد تغييره لسمْك الصفيحة ولزاوية سقوط الأشعة المضيئة، صاغ هوك الفكرة التي مفادها أن الضوء المنعكس بالسطح السفلي، «يزيل» في بعض الحالات الضوء المنعكس بالسطح العلوي. ولتأكيد هذه الملاحظات التي تحيل على ما ندعوه اليوم بظاهرة التموجات الضوئية، صاغ الفكرة التالية وهي أن الضوء مكوّن مما سماه بـ «الذبذبات الدائرية» الشبيهة بالتموجات التي نلاحظها على سطح الماء الذي نحركه[14]. ويُعتبر هذا الاكتشاف الممهّد للبصريات الحديثة، أحد أجمل الاكتشافات في تاريخ الفيزياء. من جهته، قرأ نيوتن باهتمام كبير مؤلف *علم التجهير*(من بين مؤلفات أخرى!)خلال إقامته الاضطرارية بوولستورب. وعند عودته إلى كامبريدج أعاد قراءته، فشعر مباشرة بنفور لا يقاوم إزاء نظرية الألوان المعروضة من طرف هوك. ذلك أن الضوء لا يتمثل في الاهتزازات كما أكد هذا الأخير، بل يجب أن يتكون على العكس من *أشعة* rais، أي من جسيْمات. وفضلاً عن ذلك، فإن الضوء لا ينتج عن «دَمْغات مضطربة» كما اقترح مؤلف علم *التجهير*. وإذاً، من أين ينبثق الضوء؟

للإجابة على هذا السؤال، انخرط نيوتن في لعبة

جديدة. فقد كانت الغرفة التي يقطنها شمال الساحة الكبرى تتوفّر على نافذة مطلة على الجهة الجنوبية. وابتداء من شهر أبريل/ نيسان، كانت الشمس تضيء الغرفة بنورها الساطع (عندما تكون مشرقة بكامبريدج) وشرع في قراءة كتاب روبير بويل بعنوان *تجارب وملاحظات تخص الألوان*. وقد فسر هذا المجرب الكبير في كتابه كيف أن الموشور هو «أنفع أداة» ابتكرها الإنسان لدراسة الألوان[15]! كما شرع في قراءة عملَيْن لديكارت وهما مبحث في *انكسار الضوء*[16] *والنيازك*. ومن جديد، سيثير الخطاب الثامن من هذا الكتاب الأخير، الذي وصف فيه ديكارت تجاربه المتعلقة بمرور ضوء الشمس عبر موشور، مخيلة نيوتن الذي سيتخلى عن اهتماماته الرياضية وسيقرر الانشغال بالتجارب الخاصة بتحليل ضوء الشمس، قبل إعادة تجارب مؤلف *علم التجهير*. وباختصار، فقد قرّر القيام بدراسة ما سماه بـ «الظاهرة الشهيرة للألوان»[17]. بذلك، عوض هذا الاهتمام المفيد والممتع، انشغاله بالجبر والهندسة.

كان نيوتن يملك موشوراً، فاضطر إلى شراء آخر من المعرض الصيفي الذي أقيم بستوربريدج خلال تلك السنة. لهذا كان يقوم في منتصف نهار كل يوم بحجب نور الشمس عن الغرفة، من دون اعتبار لوجود شريكه

في السكن جون ويكينز، وذلك بغرض فحص الأطياف المرسومة بالحائط والناجمة عن اختراق أشعة الشمس للموشورين. وكانت العملية دقيقة وتتطلب منه قوة الانتباه إذا ما أراد لنتائجه أن تكون مقنعة[18]. هكذا، خصص كل وقته لهذا العمل «لتحفيز ملكاته وتركيز انتباهه» بعد أن «خفف من كمية طعامه»، حيث أصبح يكتفي «بكمية قليلة من الخبز مع شيء من النبيذ والماء. ولم يعد توقيت الطعام منظّماً، إذ كان يقتات عندما يشعر بالجوع أو يكون في حاجة إلى مزيد من الطاقة»[19]. إثر ذلك، سيكتشف أمراً مهماً وهو أن «الأشعة الضوئية التي تنتقل ببطء، تنكسر أكثر من الأشعة المتنقلة بسرعة». والأهم من ذلك «أن الأشعة المولّدة للون الأزرق تنكسر أكثر من الأشعة المولدة للون الأحمر»[20]. ويحمل لفظ شعاع ray الذي يستعمله نيوتن دلالة دقيقة جداً، حيث سيكتب ما يلي:

«By the rays of light I understand its least parts, and those as well successive in the same lines, as contemporary in several lines»[21].

لنقم الآن بترجمة هذا النص وتفكيك رموزه. فـ «أشعة الضوء rays of light» المعنية هنا، هي بالنسبة إليه جسيْمات (least parts) تعرف إما تباعاً على الخط نفسه أو «الشعاع

نفسه» وإما «بالتزامن» حيث تكون الواحدة بجانب الأخرى على طول خطوط عديدة متجاورة[22]. بذلك، شرع نيوتن، مدعوماً بهذه الفكرة، في دراسة تنافر ضوء الشمس الأبيض وتشتت الأشعة الضوئية المتنقلة عبر الموشور. وقد دفعته محاولاته الأولى إلى تبني فكرة عن اللون، سيتخلى عنها لاحقاً، وهي أن الأشعة الموجودة بضوء الشمس تعتبر بالأساس إما ذات لون «أزرق طيفي» أو ذات لون «أحمر طيفي». لكنه لم يقتنع بهذه الملاحظة الأولى، وسيحدّد الألوان الأساسية المكوّنة للون الأبيض في خمسة وهي: الأحمر، الأصفر، الأخضر، الأزرق والبنفسجي. وتكفي هذه الألوان الخمسة لتفسير كل شيء في نظره: «فما دام الأبيض يتكون من كل الألوان الأخرى، فإن الأخضر سيكون خليطاً من اللونين الأزرق والأصفر وسيكون البنفسجي خليطاً من اللونين الأحمر والأزرق الخ...»[23].

الهوامش

1) L. Verlet, *La Malle de Newton,* Gallimard, coll. Bibliothèque des sciences humaines, Paris 1993, p. 105.

2) Add MS 3968. 41, f. 85.

3) R. Westfall, *Newton,* op. cit., p. 745.

4) L. de Lagrange, Calcul des fonctions, *Journal de l'école polytechnique,* Paris, 1801.

5) G. Personne de Roberval, Observations sur la composition des mouvements et sur le moyen de trouver les youchantes des lignes courbes, *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences*, depuis 1666 jusquà 1699, tome VI, Paris, 1730.

6) *The Mathematical Papers of Isaac Newton*, D. T. Whiteside ed. 8 volumes, Cambridge, 1967 – 1980, vol. I, p. 382.

7) Euclide, *Eléments*, livre III, proposition 16, Presses universitaires de France, Paris, 1990. 8) Par Jacques Pelletier en 1610.

9) I. Newton, *Principia*, livre I, Scholie, Londres, 1687.

10) G. W. Leibniz, *Meditatio nova de natura anguli contactus et osculi, Acta eriditorum*, Leipzig, juin 1686, reproduit dans G. W. Leibniz, *Naissance du calcul différentiel*, librairie philosophique J. Vrin, coll. Mathesis, Paris, 1995, p. 120.

11) *The Mathematical Papers of Isaac Newton*, op. cit., vol. I, p. 390.

12) R. Westfall, op. cit., p. 171.

13) R. Hooke, *Micrographia, or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses*, Londres, 1665, 2ème ed. 1667.

14) لم يحتفظ الفيزيائيون بصيغة «الذبذبات الدائرية» الشاعرية التي وضعها هوك لوصف اكتشافه، وفضلوا صيغة عادية اعتبروا فيها أن الضوء يملك «تواتراً للذبذبات».

15) R. Boyle, *Experiments and considerations Touching Colours*, dans, *The Works of the Honorable Robert*

Boyle, six volumes, T. Birch, Londres, 177.

16) R. Descartes, *La Dioptrique, Œuvres, op. cit.*, vol. VI
وضع ديكارت في هذا الكتاب قانون «التجْويفات» وانكسار الأشعة الضوئية عند اختراق وسط شفاف لآخر.

17) Lettre de Newton à Oldenburg, 6 février 1672, *Correspondence, op. cit.*, I, P. 92.

18) عرض ويستفال بتفصيل الصعوبات التي واجهها نيوتن من أجل القيام بتجارب ناجحة، مرجع مذكور، ص. 197، هامش 51.

19) cité dans *Correspondence of Sir Isaac Newton and Professor Cotes*, J. Edleston ed. Londres, 1850, p. XLI.

20) Cambridge University Library, Portsmouth Papers, MS 3996, f. 122.

21) I. Newton, *Opticks, or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflexions, and Colours of Light*,, 1ère édition 1704, 1ère partie, Def. I, p. 1.

22) تظل الترجمة المألوفة للفظة ray بـ rayon (شعاع)، ملتبسة وغير مرغوب فيها.

23) Cambridge University Library, Portsmouth Papers, MS 3975, p. 13.

II
الخيميائي

«كان يقوم في بعض الأحيان (..) بتصفح كتاب قديم يعلوه الغبار، موجود بمختبره».

هامفري نيوتن،

مساعد إسحاق نيوتن بمعهد ترينيتي، 1728.

دخول معلن إلى قصر الملك المغلق

نظرية بويل الجُسَيْمِيَّة

سئم نيوتن من تجاربه في مجال البصريات كما كان الشأن مع الرياضيات، لأنه كان في حاجة إلى شيء آخر. هكذا، وبعد اقتنائه لمؤلف بويل *حول الأشكال*، الصادر حديثاً[1]، اكتشف فيه إثباتيْن سيكتسيان أهمية كبيرة في حالة إذا ما تم التحقق منهما. فمن خلال عدة تجارب قام بها بويل، الذي دعا إلى «تكرارها لإزالة بعض الشكوك»، أكد «بأن من الممْكن تحويل معدن إلى آخر» و«من الممكن تحويل مادة *متنقلة* إلى أخرى» مثل تحويل الماء إلى تراب.

استخبر نيوتن عن الأمر، وعلم بأن بويل يصف المواد «المتحركة» بشكل طبيعي بـ «المتنقلة» وهي: الماء والهواء والنار، على عكس التراب الذي يعتبر مادة «ثقيلة». وهناك شيء آخر. فبويل سيقترح بفضل خياله الجامح، تأويل ملاحظاته على أساس نظرية جسيمية *corpusculaire* للمادة، تكشف عن آفاق جديدة أمام البحث. وقد اعتبر بأن اختلاف الأجسام بعضها عن بعض لا يرجع بالأساس إلى تركيب أجزائها بشكل عام، بل إلى وجود أو غياب

بعض الجسيْمات «النبيلة واللطيفة»، لهذا فإن «التقاء هذه الجسيْمات بشكل متلائم في مادة مثل الذهب، يجعل لون المادة المذكورة أصفر»[2].

سجل نيوتن بعض الملاحظات بدافع الفضول؛ وبكتابته بالأحرف الصغيرة، غير المقروءة تقريباً، والتي كان يتميز بها في تلك الفترة، عمل على صياغة معجم صغير تضمّن الألفاظ الرئيسة المستعملة من طرف بويل في مؤلفه *حول الأشكال*، مثل: الاستخلاص، الخليط، البوتقة، الاستخراج، التكرير[3]. كما سيضيف وصفاً لمختلف الأفران التي استخدمها بويل في تجاربه مثل: الفرن الهوائي وفرن التقطير والعاكس والتنور athanor و*هنري الكسول piger Henricus* و*فرن التحميض Furnus acidiae* الخ..

بعد ذلك، حصل على مخطوط يتضمن عدة أبحاث في مجال الخيمياء، نسخها جميعاً[4] وقد استثمرها «*لتحويل الفضة إلى ذهب*»، و«*للحصول على الفضة انطلاقاً من الزئبق والحديد*». كما عمل على جمعها في شكل كراسة من ثمان صفحات عنونها بـ «عمل كاهن مسن Viz:B». ولم يكتف بنسخ المخطوط، بل سيرفق الوصفات بخطاطات لأفران التقطير وآلاته[5]. بتزامن مع ذلك، سيقيم في غرف جديدة وسيقرر تحويلها، رغم أنف جون ويكينز، إلى ورشة

حقيقية. هكذا، سيضع معداته (المكونة من مخْرطة وأدوات مختلفة وأفران) بالغرف وسيطلب من رفيقه في السكن مساعدته في غلْي المواد «لأنه كان يتوفر على عدة أفران في الغرفة من أجل تجاربه الكيموسية chymiques»[6].

إذا كان ويكينز القوي البنية قد شاركه في تجاربه الأولى، فإنه سيسعى لاحقاً إلى إيجاد المبررات للتغيب عن كامبريدج. وقد سجل كيف أن الدخان والروائح المنبعثة من الأفران قد حوّلت لون شعر نيوتن إلى رمادي! وكان هذا الأخير يقابل ذلك بسخرية قائلاً: «إن لون شعري أصبح فضياً لامعاً»[7]؛ ذلك أن هيئته أصبحت تشبه تدريجياً هيئة خيميائي أسطوري!

بتاريخ 7 يوليوز/ تموز 1668، أحرز نيوتن خلال حفل رسمي على شهادة الأستاذية في الفنون من جامعة كامبريدج وذلك ضمن 148 متخرجا نالوا هذه التزكية من لدُن أعيان الجامعة. ولأنه كان مطالباً بتوقيع شهادته أمام هؤلاء الأعيان، فإنه أكد رسمياً تبنيه من دون تحفظ، لقواعد الكنيسة الإنجليكانية التسع وثلاثين وأقسم باعتناق «الدين الحقيقي» للمسيح من أعماق قلبه[8]. وبعد مرور ثمان سنوات من العمل الدؤوب والمرهق أحياناً، أصبحت فكرة الحصول على درجة عضو بمعهد ترينيتي، المواكبة

للشهادة المذكورة، شغله الشاغل، مما دفعه إلى اتباع مسالك يحظرها «الدين الحقيقي» الذي أقسم بتطبيق تعاليمه بصرامة. لذلك، سيندهش رفاقه عندما سيرونه بحانات المدينة صحبة صديقه ويكينز الذي لا يفارقه، حيث كان يحتسي الخمر ويلعب البولينغ والورق. وفي هذا الإطار، سيقتني ملابس جديدة وأثاثاً منزلياً ولوحات فنية وزرابي، كما سيستخدم عاملاً لزخرفة مسكنه وسيطلب منه طلاء جدران بيته باللون الأحمر الداكن وسيزينه بقطع من اللون نفسه. فقد كان مولَعاً منذ طفولته بهذا اللون، وتمكّن وهو في وولستوربّ من صنعه، بعد تجفيف دم الخروف تحت أشعة الشمس[9]. وفي الأخير، سعى إلى التقرّب من أساتذته، وهو الذي كان خجولاً ومتحفظاً من قبل، ومن بينهم إسحاق بارو Isaac Barrow. وكان نجم هذا الأخير ساطعاً بمعهد ترينيتي في تلك الفترة، إذ كان عالماً نباتياً ولاهوتياً ورياضياً محترماً وخطيباً بارعاً، وكان يطمح إلى مرتبة أرقى من أستاذ بالمعهد، وهي مرتبة مدير لهذا الأخير. كما شغل مدة ست سنوات كرسي لوقا المهيب واعتبر بأنه قام بمهمته خير قيام.

استقبل أستاذ الكرسي بلطفه المعهود نيوتن الشاب الذي قدم لزيارته بوصفه عضواً جديداً بالمعهد. وتبيّن

من خلال محادثتهما أن لديهما نقاطاً مشتركة عديدة، مع الإشارة إلى أن بارو كان يبلغ 39 سنة ونيوتن 26 سنة، فهما معاً تلقيا تكويناً طهرانياً ويهتمان بالتجارب المخبرية، كما يميلان إلى الرياضيات.

دكان السيد كوبر Cooper

في فصل الربيع، توقف نيوتن عن ممارسة اللهو في حانات كامبريدج وتوجه إلى لندن، عملاً بنصيحة بارو الوجيهة، وتحديداً إلى شارع «البريطاني الصغير»، حيث توجد أفضل المكتبات. وكان الأستاذ قد نصحه بزيارة مكتبة السيد وليام كوبر بالخصوص، وهو شخص لبق ومحترم، سيستقبل نيوتن بما يستحقه صديق الأستاذ بارو. وهكذا سيقتني الزائر كتابيْن، بناء على توجيهات الكتبي نفسه. أما الأول فعنوانه هو *دليل الخيميائيين*[10]، ويتناول المواقف المنتظرة من شخص مبتدئ، يرغب في تعلّم الخيمياء. وأما الثاني، فعنوانه *دخول معلن إلى قصر الملك المغلق*، وهو مبحث في الخيمياء أصدره كوبر و«ذاع صيته بلندن»[11].

عند عودة نيوتن إلى كامبريدج، باشر قراءة هذا الكتاب الأخير. وكان هدف المؤلف واضحاً منذ المقدمة، حيث

جاء فيها: «إنني فيلسوف ملتزم Adepte، ولن أختار اسماً غير فيلاليتيس Philalethes، وهو اسم مستعار يعني محب *الحقيقة*. ففي سنة خلاص البشر على يد المسيح، وهي سنة 1645، اكتسبت وأنا في سن الثالثة والثلاثين معرفة أسرار الطب والخيمياء والفيزياء، وقررت إنجاز هذا المبحث الصغير لأرد الديْن إلى أبناء العلم ومّد اليد إلى الأشخاص العالقين بمتاهة الخطأ».

قرأ نيوتن الكتاب بِنَهم، وفي الفصل 11 وعنوانه: «عن ابتكار البَلْسم الكامل» (وتفيد هذه الكلمة التركيبة المتوفرة على خصائص رائعة حسب الخيميائيين) قدم محب الحقيقة (فيلاليتيس) الاكتشافات» التي توصّل إليها المؤيدون بخصوص زئبق وكبريت المعادن، بغرض إتمام الأعمال الخيميائية الكبرى». وقد أثارت هذه الجملة نيوتن الذي لم يفهم كلماتها كلها. والحال أن تقدمه في هذا النشاط الجديد، يقتضي تجاوز هذه الثغرة وإكمال تعلمه عبر قراءات متواصلة. هكذا سيكتشف بأن «الزئبق» و«الكبريت» اللذين تحدث عنهما فيلاليتيس، لا يعنيان الكبريت والزئبق «العادي» المستعملين من طرف الصيادلة و«الكيموسيين» في مختبراتهم. ففي لغة العارف، يحيل هذان اللفظان على مفاهيم *فلسفية*. زد على ذلك، حديث فيلاليتيس عن

كبريت وزئبق المعادن، من دون أن يحدّد بدقة طبيعة المواد الثاوية خلف هذه التعابير، على افتراض أنها تمتلك وجوداً واقعياً يمكن التعرف عليه، وهو ما يحتاج إلى برهان.

غير أن القراءة بهذا الشكل المتواصل لا تكفي، إذ من اللازم الالتقاء بالأشخاص الموجودين بكامبريدج، الذين هم على معرفة بـ «الفن الكيموسي»، خصوصاً وأن بعضهم يوجد على مقربة منه، وأولهم هو حزاقيل فوكسكروفت Ezekiel Foxcroft العضو بمعهد الملك، وهو صديق هنري مور وأفلاطوني متشدد مثله. أما الثاني فهو مور نفسه. فقد كان «ملاك» معهد المسيح يهتم عن قرب بالأسس الفلسفية للخيمياء، وكان يتبادل الرسائل بانتظام مع الدوائر الخيميائية اللندنية، عن طريق بعض المقربين إليه. وفضلاً عن ذلك، كان صديقاً حميمياً لإسحاق بارو. وللإشارة، فإن هذا الأخير سيبعث إلى نيوتن الشغوف بمعرفة المزيد، بثمانية أبحاث أخرى لفيلاليتيس وهي: الرسالة المفتوحة *إلى الملك إدوار*، *عن رؤية ريبلي Ripley*، *عن مقدمة ريبلي*، *عند أبوابه*، *عن أبواب ريبلي*؛ فضلاً عن ثلاث مقالات بعنوان *ثلاث محاولات*. وقد عمل الشاب المبتدئ على نسخها بعناية واطلع، بناء على نصيحة بارو، على أعمال ميخائيل مايير Michael Maier.

البحث عن الذهب الصالح للشرب

ازداد ميخائيل مايير بكييل Kiel الواقعة بدوقية هولشتاين Holstein سنة 1559، أي قبل ميلاد نيوتن بقرن من الزمان تقريباً، ودرس الفيزياء والرياضيات والمنطق وعلم الفلك بجامعة فيادرينا Viadrina الشهيرة بمدينة فرانكفورت، حيث حصل على درجة الدكتوراه في الفلسفة، في شهر أكتوبر/ تشرين الأول من سنة 1592. بعد ذلك، تسجل بجامعة بادوفا Padoue التي توجته بجائزة الشعر التقديرية، ثم بجامعة بازل Bâle حيث دافع بنجاح، في شهر أكتوبر/ تشرين الأول سنة 1596، عن أطروحته حول الصَّرَع، مما مكّنه من الحصول على الدكتوراه في الطب.

سنجد الرجل في مدينة كونيغسبيرغ Konigsberg سنة 1597، حيث سيشارك سكن أحد المعيّرين للمعادن، أي أحد الخيميائين. وفي إحدى الأمسيات عاين مايير حدوث معجزة في بيت أحد رفاقه، إذ أن شاباً يعاني من مرض لا أمل في شفائه حسب الأطباء، ابتلع كمّيتيْن من مسحوق «بلون أصفر شفاف»، ادعى مالكه «بأنه اقتناه من رحالة إنجليزي»[12]. وعلى الفور، استعاد المريض عافيته.

بعد ذلك، استقر مايير في منزل أحد مرضاه الذي

كان يمتلك مكتبة مليئة بمصنفات الخيمياء. وشرع في كتابة معجم صغير للمصطلحات الكيميائية، وهو ما سيقوم به نيوتن أيضاً، حاول فيه التوفيق بين الآراء المختلفة حول «الأهداف والطرق والإجراءات وسير العمل»، كما تبدو في المصنفات التي قرأها. ولم يكتف بالقراءة، بل سافر إلى المجر لزيارة المناجم ومعاينة طبيعة المعادن. وعند عودته جهّز مختبراً وقرّر وهو في سن الخامسة والثلاثين تخصيص وقته لتهيئة «الدواء العلاجي الكوني الحقيقي ذي اللون الأصفر الشفاف».

هكذا سيبحث عن راع لأعماله، لاعتقاده بقرب اكتشاف الحقيقة، وسيجده في شخص الإمبراطور رودولف الثاني الذي وظفه بالبلاط الإمبراطوري ببراغ Prague. ومرت سنتان، لم يحقق فيهما مايير النجاح، فوجّه التماساً إلى الأمير الألماني موريتز فون هيسين كاسيل M. V. H. Kassel ، المعروف بـ «العالم»، وهو مناصر شهير آخر للفن الكيموسي. وقد اقترح على هذا الأخير تقديم تفسير لنظريته حول الهدف الحقيقي من هذا الفن، شريطة الحصول على تعويضات تساعده على إتمام تجاربه، وإطلاعه على رأيه المتعلق بطبيعة «مادة الفلاسفة الحقيقية»؛ والكشف له في الأخير عن سرّ الطب الكوني، لكن بعد

الحصول على إكراميات أخرى[13].

كان رفض الأمير الألماني لملتمسه محبِطاً له، فسافر إلى لندن واتصل بالأطباء والخيميائيين المقرَّبين من الملك جاك الأول، ومن بينهم بالخصوص الطبيب الخيميائي فرانسيس أنطوني Francis Anthony (1550 – 1632)، مبتكر الترياق المسمى بـ «*الذهب الإنجليزي الصالح للشرب*». وما سيثير نيوتن، هو أن مايير ظل طوال حياته مقتنعاً بالفكرة التي مفادها أن القدماء يمتلكون كل المعارف وهي الفكرة التي سيدافع عنها هو أيضاً.

فن حساب اللوغاريتمات

في شهر يوليوز/ تموز، أسهم معطى جديد في تحويل اهتمامات نيوتن لفترة معينة، إذ سلمه بارو مبحثاً كان مراسله جون كولينز قد بعثه إليه. ويعتبر كولينز شخصية غريبة الأطوار ومتناقضة، مثل بعض الأشخاص الذين نلتقي بهم أحياناً. فبالرغم من معرفته الرياضية المحدودة، إلا أنه كان مولعاً بالرياضيات ونذر حياته للارتقاء بدراستها. وكان يتواصل مع بارو كلما سنحت الفرصة، كما كان يلتقي بأستاذ كرسي لوقا عند مروره بلندن وهو الأمر الذي كان يحدث بانتظام، لأن هذا الأخير ظل على صلة

بمجموعة من الأصدقاء بالعاصمة، باعتباره عضواً مثلهم بالجمعية الملكية وبوصفه أستاذاً للهندسة وعلم التشريح بمعهد غريشام Gresham اللندني.

كان عنوان المبحث المخصص لفن الحساب اللوغاريتمي هو *Logarithmotechnia*. وقد أثار فيه المؤلف وهو دنماركي يسمى نيقولاوس ميركاتور N. Mercator، المسألة التالية: كيف يمكننا القيام بقسمة 1 على 1+x، إذا كانت x قيمة صغيرة جداً وتساوي مثلاً 1/100؟ طبعاً يمكن القيام بالقسمة وفق الطريقة المعتادة، لكن كلما كانت قيمة x صغيرة، كلما أصبحت العملية مملة.

وقد اقترح ميركاتو حلاً عبقرياً متمثلاً في تقريب أولي هو:

$1/(x+1) = x - 1$ وقام بحساب الخطأ المقترن بهذا التقريب. ولإيجاده، عمل على ضرب كل جهة من المعادلة بقيمة $x + 1$، فحصل على نتيجة: $1 = 1 - x^2$. هكذا، فإن خطأ التقريب الأول سيكون مساوياً لـ x^2 وهو لا يعتبر جسيماً إذا ما افترضنا أن قيمة x أصغر من 1.

وفي التقريب الثاني اقترح المعادلة التالية: $1/(x+1) = 1 - x + x^2$ وعمل على حساب الخطأ المقترن بهذا التقريب الجديد. وللحصول عليه، قام كما في العملية

السابقة بضرب كل جهة من المعادلة بقيمة x + 1 فحصل على نتيجة: $x^3 + 1 = 1$. بذلك، سيكون الخطأ مساوياً لـ x3 هذه المرة. وستتحسن الأمور وفْق هذه النتيجة، لأن x^3 تعتبر أصغر من x2 إذا ما افترضنا بأن x أصغر من 1. وعند متابعة العملية حصل هذا الرياضي الدنماركي في النهاية على: $1/(x + 1) = 1 - x^2 + x^3 - x^4 + \ldots$. وسيبين بأنه إذا ما استمرت السلسلة إلى ما *لا نهاية*، فإن الصيغة ستكون *صحيحة*.

هكذا، وبجرة قلم سحرية، حول ميركاتور العلاقة 1/ (x + 1) إلى *سلسلة لا متناهية*، وبذلك بزغ فرع جديد في الجبر. غير أن هذا الأمر سيثير غضب نيوتن؛ إذ كيف سمح هذا الدنماركي الوقح المنتمي إلى القارة (الأوروبية) لنفسه، بإفشاء اكتشافه هو(نيوتن)؟ وبالفعل، فإن المسائل التي عالجها ميركاتور في مبحثه، كانت «متداولة» منذ سنوات. والحال، أن نيوتن قام باكتشاف أكثر وجاهة بهذا الخصوص، لكنه لم ينشره. فهل يسمح الله لكائنيْن من رعاياه، مستقل أحدهما عن الآخر، بالقيام بالاكتشاف نفسه؟ يبدو ذلك غير ممكن في نظر نيوتن الذي تجلت له فجأة الفكرة التالية: إنه هو وليس أحد غيره، هو الذي اختاره الله للكشف عن أسرار نظام العالم. وعلى الفور،

صاغ بحثاً بعنوان: *التحليل بواسطة المعادلات اللامتناهية* عرض فيه الطريقة التي اكتشفها، ثم سلمه إلى بارو.

في 20 يوليوز/ تموز، أخبر هذا الأخير جون كولينز بأن أحد أصدقائه بكامبريدج «وهو نابغة متميز بخصوص هذه الأشياء»، عرض عليه طريقة رياضية «تشبه طريقة السيد ميركاتور، لكنها أعم منها»[14]. وقد طلب بارو من نيوتن، السماح له بتسليم البحث إلى كولينز مع توقيعه باسمه. وتردّد نيوتن في البداية، لكنه قبل في الأخير شريطة التزام كولينز بعدم نشر البحث المذكور.

بعد مرور عشرة أيام، تلقى كولينز من باروعرض الطريقة المعنية «ومؤلفها هو السيد نيوتن، العضو بمعهدنا والشاب الحاصل على ماستر الفنون منذ سنتين فقط؛ لكنه يتسم بالنبوغ الرائع وبالكفاءة بخصوص هذه الأشياء»[16]. قرأ كولينز البحث وبذل جهداً في إنجاز عدة نسخ منه وإرسالها على *وجه السرعة* إلى كل الرياضيين الذين يتواصل معهم، وكان عددهم كبيراً.

أما بكامبريدج، فقد تسارعت الأحداث. فبالرغم من المحاولات التي قام بها بارو بالكواليس، فإن إمكانية حصوله على منصب مدير معهد ترينيتي تلاشت، وهو ما أسف له. من ثمّ، عندما أخبره شارل الثاني بمنحه منصب

قسّ بكنيسته الخاصة، قبل الوظيفة واضطر إلى الاستقالة من منصب أستاذ كرسي لوقا. وعلى الفور، اجتمع منفذو وصية هنري لوقا، وعينوا نيوتن خلفاً لبارو، وذلك بضغط من هذا الأخير ومن بعض أعيان الجامعة.

كان نيوتن مضطراً مرة أخرى لأداء اليمين المفروض من طرف القانون التنظيمي لسنة 1662، من أجل الحصول على المنصب المذكور، ويؤكد هذا القانون على ضرورة أن يمتثل كل مدير أو عضو أو كاهن بالمعهد، وكل أستاذ أو معيد بالجامعة، لشعائر كنيسة إنجلترا. طبعاً سيؤدي نيوتن اليمين، لكن بتردد أقل مما حصل أثناء الاحتفالات الرسمية بالجامعة. وسيحظى كأستاذ كرسي لوقا بامتياز ارتداء البذلة القرمزية التي ستميزه عن باقي المدرسين! أو ليست البذلة بهذا *اللون* هي الملائمة للمرء عندما يكون مصطفىً من الله؟

بعد مرور ثلاثة أسابيع، توجه نيوتن إلى لندن وتحديداً إلى متجر *رأس الملكة*، بشارع القديس بولس. وهناك حصل من السيد العارف ستونستريت Stone Street على بعض المواد الكيميائية وعلى فرن من التنك وخصوصاً على مجموعة من الأبحاث الخيميائية التي جمعها علامة استراسبورغ لازاروس زيتنر Lazarus Zetner تحت عنوان المسرح الكيموسي في طبعة ثالثة تشمل ستة مجلدات[17].

وبترينيتي، طلب من نجار وضع مقتنياته بشكل مناسب، بعضها في مسكنه وبعضها الآخر بمختبره. وقد لاحظ جون ويكينز باندهاش كيف كان نيوتن يرتب على الرفوف التي تزين جدران غرفهم «ماء الفضة والمصعد وزيت الكرية والفضة الناعمة والكحل، والخل وروح النبيذ والرصاص الأبيض وملح البارود والملح الدردي الخ..».

في إحدى الأمسيات، فتح نيوتن كتاب *المسرح الكيموسي على* ضوء السراج، حيث كتب فردريك دو فورتمبرغ زيتنر في رسالته المهداة إلى المبدأ السامي، المهيمن والرحيم ما يلي: «إن الغرض (من هذا الكتاب) الذي تمّ في إطاره جمع كل الكتابات حول العلوم الخاصة، المتفرقة والمشتتة التي لا يمكن قراءتها إلا بعد بحث دؤوب وبتكلفة كبيرة، هو السماح للمجتهدين بالنظر والتأمل بمتعة في جهاز الفن بكامله، أو بالأحرى في ما هو أعظم داخل مسرح جميل جداً».

وكان ذلك بالضبط هو غرض نيوتن.

الهوامش

1) أنجز بويل في تلك الفترة سلسلة هائلة من البحوث حول الفيزياء والكيمياء، نذكر منها بالخصوص:

The Spring and Weight of the air (1660), Certain Physiological Essays(1661), The Sceptical Chymist(1661), The Experimental History of Colours (1663).

وكان لهذا الكتاب الأخير تأثير كبير على أبحاث نيوتن الأولى في الألوان.

2) R. Boyle, *The Origin of Formes and Qualities(According ti the Corpuscular Philosophy), illustated by Considerations and Experiments*, H. Hall, Oxford, 1666, p. 359.

3) يوجد هذا المعجم بمكتبة Bodleian Library, Oxford, sous la référence MS Don, b. 15, Lot Sotheby 16. والمبحث الكيميائي الوحيد الذي يحيل عليه المعجم هو «*عن الأشكال*» لروبير بويل. وتشير ملاحظات نيوتن بأنه تحقق في مختبره من بعض العمليات التي وصفها بويل لتحضير مختلف المواد. وإلى جانب المصطلحات الكيميائية، تضمّن المعجم أيضاً تعابير مستمدة من المعجم الخيميائي من قبيل:

Sanguis draconis (دم التنين) acahest (خليط) anima (نفس) elixar (إكسير).

4) Intitulés *L'Apocalypse ou Révélation de l'Esprit Secret, L'Ordre véridique dans l'œuvre de la pierre philosophale ou encore De Alkymiae veritate*.

وقد استخلص نيوتن من هذه الأعمال 112 سطراً، صاغها بالإنجليزية أساساً.

5) Collection Keynes, King's College, Cambridge, MS 62.

6) Mémorandum de J. Conduitt, 31 août 1726, Collection Keynes, King's College, Cambridge, MS 130. 10.

7) Lettre de Nicholas Wickins(fils de John Wickins), ibid., MS 137.

8) Cambridge University Library, *Subscriptiones*, vol. II, p. 243.

9) *Notebook of Sir Isaac Newton*, The Pierpont Morgan Library, New York.

10) *Gabriel Plats caveat for Alchemysts*, 3ème essai du recueil *Chymical, Medicinal and Chyrurgical Addresses*.

11) Eirenaeus Philalethes, *Secrets reveald, or An Open Entrance To the Shut Palace of the King*, imprimé par W. Godbid pour William Cooper, Londres, 1669.

12) K. Figala et U. Neumann, *A propos de Michael Maier:quelques découvertes bio – bibliographiques, dans Alchimie, art, histoire et mythes, S. E. H. A.*, Paris et Arché, Milan 1995, p. 656.

13) Ibid., p. 659.

14) Lettre de Barrow à Collins, 20 juillet 1669, *Correspondence, op., cit.*, vol. I, p. 13.

15) صدر هذا البحث سنة 1711، بعد 25 سنة على صدور مؤلف *المبادئ* و7 على مؤلف *البصريات*

16) Lettre de Barrow à Collins, 20 août 1669, *Correspondence*, vol. I, p. 14.

17) *Theatrum Chemicum, praecipuos selectorum auctorum tractatus de chemiae et Lapidis philosophici antiquitate*. صدرت ط. 1 سنة 1602 في 3 مجلدات، ط. 2 سنة 1613 في 4 مج. وط. 3 في 6 مج. 1659–1661.

المسرح الكيموسي

مذهب العناصر الأربعة

التقى نيوتن في الكواليس وعلى خشبة المسرح الكيموسي بالفلاسفة والخيميائيين الذين سيساعدونه ليصبح مؤيداً. وأولهم هو أمبادوقليس، هذه الشخصية الكاريزماتية المدافعة عن العدالة الاجتماعية وعن النزاهة في تدبير شؤون الناس. فقد كان في القرن الخامس الميلادي مواطناً محترماً من الجالية الإغريقية المحدودة العدد بأغريجانتي Agrigente في الشاطئ الغربي لصقلية. وإذا كان الأغريجانتيون قد احتفظوا بذكراه عبر إقامة تماثيل عديدة له بالساحات العمومية، فإن جملة ذات معنى غامض، مكنته فضلاً عن ذلك من الخلود في ذاكرتهم وهي: «زوس Zeus المُنير وهيرا Hera حاملة الحياة وأيدونيوس Aidoneus المخفي ونيستيس Nestis التي أسهمت بدموعها في جريان الينبوع الفاني»[1].

يتعلق الأمر هنا بمذهب العناصر الأربعة، عنه بهذه الصيغة الاستعارية. وحسب ديوجين لايرس Diogene laerce فإن أمبادوقليس قصد بزوس النار وبهيرا التراب وبأيدونيوس

الهواء وبنيستيس الماء. وهذه العناصر لم تتوقف عن التغير أبداً وكأن هذا الترتيب كان منذ الأزل. فتارة تجتمع في واحد عن طريق الحب وتارة يقصد كل واحد اتجاهاً خاصاً به، منفصلا عن الآخر بفعل العداوة والحقد»[2].

إن مفاهيم مثل المبادئ «المنفعلة» والعناصر الأربعة والمبادئ «الفاعلة» والحب (إيروس Eros) والكراهية (بوليموس Polemos)، هي المرتكزات المستخدمة لبلورة أنظمة الطبيعة على مدى أكثر من 20 قرناً، إلى أن تجرأ ديكارت ثم نيوتن على إعادة النظر فيها.

وقد أضفى أرسطو على مذهب أمبادوقليس بُعداً جديداً، حيث اعتبر بأن هناك أربعة عناصر، لكن كل عنصر هو بمثابة تركيب لكيفيتيْن من بين أربع كيفيات وهي: البارد والحار والجاف والرطب. هكذا، فإن التراب بارد وجاف، والماء بارد ورطب، والهواء حار ورطب، والنار جافة وحارة. وفي الفصل الأول من الكتاب الثاني عن *الكون والفساد*، وضح أرسطو فكرته كما يلي: «نقول بوجود مادة من الأجسام المحسوسة وبكون هذه المادة غير منفصلة وبكونها مقترنة دوماً بالأضداد»[3].

حسب هذا الفيلسوف، فإن الأجسام المحسوسة (أي الموجودة في متناول حواسنا وخاصة حاسة *اللمس*)

تتشكل من المادة الكونية نفسها وهي *الهيولي*. وهذه المادة الأولى لا توجد بشكل منفصل عن الأجسام المحسوسة، فهي مقترنة دائماً *بتضاد*. وكل تضاد مكون من زوج من الكيفيات المتضادة. وتشير لائحة الأضداد المتعلقة بحاسة اللمس إلى سبعة وهي: «الحار – البارد، الجاف – الرطب، الثقيل – الخفيف، الصلب – الرخو، اللزج – الهش، الخشن – الصقيل، الغليظ – الرقيق». لكن «من الواضح (في آخر المطاف) أن كل الأضداد تختزل في التضاد الأول والثاني(أي في الحار – البارد وفي الجاف – الرطب) اللذين لا يمكن أن يُختزلا في أقل من ذلك. وبالفعل، فإن الحار ليس من حيث الجوهررطباً ولا جافاً، وليس الرطب من حيث الجوهر حاراً ولا بارداً، وليس البارد والجاف كيفيتيْن متفرعتيْن عن بعضهما بعضاً أو عن الحار أو الرطب. فمن الضروري إذاً أن يكون عدد الكيفيات (الأولية) أربعة».

طبعاً، فإن بعض الترتيبات مثل الحار – الحار أو الحار – البارد، تعتبر مستحيلة من الناحية المنطقية، مما يسمح باختصار أزواج الكيفيات في أربعة. وهي «تردُّ كنتيجة منطقية لنظريتنا، إلى الأجسام التي تبدو لنا بسيطة، أي إلى *العناصر*. فالنار حارة وجافة والهواء حار ورطب، والماء بارد ورطب، والتراب بارد ورطب»[4].

تتجلى أهمية هذا المذهب في تضمُّنه بالقوة لنظرية *تحول* العناصر، وهو ما أثار انتباه نيوتن. فلنأخذ عنصرين ولنضع تقابلاً بينهما؛ فكما لاحظ أرسطو بخصوص بعض العناصر «تعتبر كيفيات كل عنصر مضادة لكيفيات الآخر، وذلك شأن النار والماء، لأن الأولى جافة وحارة والثاني رطب وبارد. وبالنسبة للبعض الآخر، فإن إحدى الكيفيات فقط تكون مضادة لأخرى، وذلك هو شأن الهواء والماء، فالأول رطب وحار والثاني رطب وبارد». وفي الحالتين معاً، يتضح «أن كل عنصر ينبثق بشكل طبيعي من كل عنصر».

بعد أن سجل نيوتن بأن إحدى الكيفيات المشكِّلة للأزواج تهيمن داخل كل عنصر، مثل «الجاف بالنسبة للتراب والبارد بالنسبة للماء والرطب بالنسبة للهواء والحار بالنسبة للنار»[5]، استنتج بأننا لتحويل عنصر إلى آخر، يكفي القيام بتغيير إحدى هذه الكيفيات إلى نقيضها. لكن نظرية التحول هذه لا تطبق بصرامة إلا على العناصر. فكيف سيكون الأمر بخصوص *للمادة المركبة* ؟

للإجابة على هذا السؤال، ستظهر شخصية عظيمة من القارة القديمة على خشبة المسرح. إنها شخصية زينون الستيوني Zenon de Cition الذي كان يدرس نظرية

الامتزاج بأثينا؛ وهو تلميذ لكل من الأكاديمي بوليمون Polémon المتتلمذ بدوره على يد أفلاطون وقراتيس Cratès الكلبي وهو أحد أتباع انتيستينوس Anthisthène. وقد سبق لأرسطو (في كتاب الميتافيزيقا) أن أكد على ما يلي: «إن المادة والصورة مبدآن منطقيان، غير منفصلين في الطبيعة. فوجودهما ضروري لفهم تغير المواد المركبة؛ وفي الواقع لا يوجد سوى المركب»[6].

إذا كان الرواقي من جهته قد احتفظ بالنموذج، فإنه سيرفض بالمقابل وجود ما ليس مادياً. إن الصورة والمادة واقعتان جسميتان، وهناك مبدآن: أحدهما منفعل (ويتعلق الأمر بالمادة غير المحدّدة) والآخر فاعل وهو *اللوغوس* الإله «الذي يمنح المادة الهيئة والصورة، عند انتشاره وامتزاجه بها»[7]. ويتمفصل كل مبدأ من هذين المبدأين عبر عنصرين. فالمبدأ المنفعل يقوم على التراب والماء، والمبدأ الفاعل يقوم على الهواء والنار. «ويقال أيضاً إن من بين العناصر الأربعة، يعتبر الهواء والنار دقيقين وخفيفين *ونبريين* entones [8] وينتشران داخل مساحة العنصرين الآخرين؛ أما الماء والتراب فهما كثيفان وثقيلان *وغير نبريين* atones. ومع ذلك، تحافظ هذه العناصر عبر هذا الانتشار على خصائصها المميزة لها وعلى استمراريتها». ولكي تثير هذه

النظرية اهتمام الكيميائي، ينبغي القيام بعزل العناصر؛ وهو أمر مستحيل لأن هذه الأخيرة ليست مبادئ كيميائية أو جسْمية.

يفضل رواقيون آخرون، مثل كريزيبوس Chrysippe «وهو المؤسس الثاني للمدرسة الرواقية»، تمييز العناصر مباشرة انطلاقاً من الكيفيات. فالتراب جاف والماء بارد والهواء رطب والنار حارة، وهو ما يمنحنا مبدأين *فاعلين* وهما النار والهواء، ومبدأين *منفعلين* وهما التراب والماء.

وسنرى لاحقاً كيف سيقوم نيوتن بدوره، بالبحث عن المبادئ *الفاعلة* في الطبيعة.

البحث عن الإله «الحقيقي»

لم تكن المهمة الجديدة التي تنتظر نيوتن بكامبريدج شاقة؛ ففي تلك الفترة كان التعليم المرتبط بكراسي الأستاذية لا يثير الاهتمام. وعلى سبيل المثال، كان إدمون كاستيل .E Castel، وهو أول أستاذ كرسي آدم للعربية، يفضل وضع لوحة ببابه كتب عليها: «سيذهب أستاذ العربية غداً إلى الصحراء». كما أن إسحاق بارو، أستاذ كرسي ريجيوس Regius للإغريقية والعبرية، كان يفضل القول، قبل حصوله على كرسي لوقا: «لقد لعبنا أنا وسوفوكليس Sophocle

على خشبة مسرح فارغ. فلم تكن الجوقة حاضرة، وحتى الفتيان لم يلتزموا بالموعد»[10].

استشار نيوتن سلفه بارو الذي نصحه باتّباع الطريقة نفسها التي طبقها، وهي الاكتفاء بفصل واحد في السنة لتقديم دروسه. لكن، ما هو الموضوع الذي يتعيّن معالجته مع الطلبة؟ اقترح أستاذ كرسي لوقا السابق على نيوتن، الاستمرار في تدريس البصريات التي درسها هو نفسه في السنة الماضية، لأن هذا الموضوع أسهل من موضوع الجبر أو الهندسة؛ وفي جميع الأحوال، فإن هاتين المادتين الأخيرتين تثيران بالكاد اهتمام طلبة ترينيتي.

في سنة 1670، قدّم نيوتن خلال «فصل الصوم الكبير»، درسه الأول حول البَصَريات، وخصوصاً نظرية الألوان التي كان يتوفّر بصددها على وجهة نظر خاصة. ونحن نجهل عدد الطلبة الذين تابعوا هذا الدرس، لكن هامفري نيوتن الذي سيصبح مساعداً له، سيكتب بعد مرور 15 سنة على هذا الحدث ما يلي: «كان عدد الطلبة الحاضرين قليلاً، بل إن عدد من كان يفهم الدرس كان أقل، وغالباً ما كان نيوتن يخاطب الجدران لعدم وجود مستمعين»[11]. نتيجة ذلك، سيعود نيوتن وحيداً إلى تجاربه التي أوقفها بدون سبب، بمقر سكناه.

لم يكتف بارو بتوجيه مريده نحو مسالك التعليم والخيمياء، بل شجعه أيضاً على القيام بمبادرة ورِعة، ستتطلب منه اهتماماً خاصاً، هي البحث عن الدين «الحقيقي». ويعتبر التعرف على شعائر الفيستا (وهي إحدى ربات روما القديمة)، من بين الأمور الأساسية في حياة نيوتن كمفكر. ففي بحث عُثر عليه بين أوراقه غداة وفاته، تحدث عن هذه الربة قائلاً[12]: «إن أقدم دين وأكثره قبولاً لدى الأمم القديمة الأولى، بشكل عام، هي ديانة البّريتانيين Prytanées(باليونان القديمة) والتي أقيمت شعائرها بمعابد فيستا. وقد انتشرت بين كل الأمم منذ العصور السحيقة». لكنه لم يذكر أي شيء عن الإلهة، فما كان يهمه هو الشعائر الممارسة من قِبل القدماء. وهو ما فسره بقوله: «يوجد بإنجلترا قرب سلسبوري Salisbury أثر تذكاري قديم يسمى ستون هينغ Stonehenge، ويبدو أنه مبنى شيده البّريتانيون القدامى. وبالفعل، فهو مكان محاط بصفين دائريين من الأحجار الكبيرة جداً، مع ممرات في كل الجوانب، تسمح للناس بالدخول والخروج (..) وينبغي الإقرار بأن معابد فيستا لدى كل الأمم (..) لم تكن في الأصل سوى فضاءات دائرية مفتوحة تشتعل النار وسطها (..). وإلى فترة قريبة، كان رهبان كيلدار Kildare بإيرلندا يعتنون بهذه النار التي

يسمونها نار القديسة بريجيت. وكان المعبد يسمى بيت *النار* (..) لهذا يبدو لي أن معابد كل الأمم تجد مصدرها في معابد البّريتانيين».

لقد اعتقد نيوتن بأن هذه الشعائر تتوافق بشكل كبير مع المقاصد الإلهية، وهو ما عبر عنه بقوله: «يبدو أن هذا الدين المتمثل في العناية بالنار المقدسة، بغرض تقديم القرابين، هو من أقدم الأديان وأكثرها كونية، بحيث انتشر لدى جميع الأمم قبل ظهور الديانات الأخرى». وسيستخلص من جراء ذلك ما يلي:

«أولاً، إن هذه الديانة هي التي جاء بها النبي نوح وستنتشر من خلاله وسط الأمم كلها، أثناء الإعمار الأول للأرض. ثانياً، إن التضحية بالطيور والحيوانات المطهرة بفضل النار المقدسة، كانت تعتبر الدين الحقيقي، قبل أن تفسده الأمم. ثالثاً، إن الدين الذي جاء به النبي موسى إلى اليهود، هو دين نوح المطهّر من شوائب الوثنيّين».

إذا كان الأمر كذلك، «فمن المؤكد أن دين المصريين القدامى هو الدين الحقيقي بالرغم من إفساده قبل فترة موسى بفعل الخلط بين شعائر الآلهة الزائفة وشعائر الإله الحقيقي». وإذاً، ما هو الاسم الذي كانت الأمم الأولى تطلقه على رب الطبيعة؟ «مما لا شك فيه أنها كانت تتوفر

على عدة أسماء من أجل تسميته؛ ومثلما أن الأفلاطونيين دعوه بالواحد، نظراً لطبيعته، كذلك دعته هذه الأمم بأسماء دالة ومتشابهة في لغتها، مثل ياه ويهوه لدى اليهود».

كيفما كان الحال، فهناك أمر لا يعتريه الشك حسب نيوتن، وهو «أن من بين أهداف التأسيس الأولي للدين الحقيقي، دعوة البشر من خلال تنظيم المعابد القديمة، إلى دراسة تكوين العالم باعتباره المعبد الحقيقي للإله الأكبر المعبود. لذلك، كان الكهنة في الماضي مطّلعين أكثر من غيرهم على التكوين الحقيقي للطبيعة، وكانوا يعتبرون هذه المعرفة، جزءاً أساسياً من لاهوتهم (..) بالتالي، كان الدين البدائي من أكثر الأديان عقلانية، قبل أن تفسده الأمم». والنتيجة النهائية هي: «أنه لا سبيل إلى معرفة إله معبود إلا من خلال تكوين العالم».

فن صياغة المعادن

تعرّف نيوتن على المصريين من خلال أعمال أوزيب دو سيزاري Eusèbe de Césarée الذي كتب في *التحضير الإنجيلي* ما يلي: «يبدو أن زمناً مستعصياً على الحساب منذ أن بدأ أعقل عرق من بين كل الأعراق، وهو العرق المستقر بالمنطقة المقدسة جداً التي شكلها النيل، في تقديم

القرابين بالمنازل إلى الآلهة السماوية»[13]. والحال أن أحد الآباء المؤسسين للخيمياء، هو مصري عاش في القرن الثالث الميلادي ويدعى زوزيم Zosime وكان عضواً بارزاً في رابطة سرية وتوفيقية، موجودة بمدينة بانوبوليس Panopolis ما بين الكرنك والأقصر. وكانت هذه الرابطة تسعى إلى تجميع وتوحيد تناقضات ومفارقات مكوناتها الثقافية الثلاثة وهي المصرية والإغريقية واليهودية المسيحية. وبوصف زوزيم (الذي كان يكتب باليونانية) وريثاً للفلاسفة القدامى، فقد ميز بين الجواهر الجسمانية والجواهر غير الجسمانية، معتبراً بأن الأولى مستقرة، في حين أن الثانية عابرة. لذلك، فإن «التبديل» و«التحويل» كانا يعنيان في نظره «إعطاء جسم لغير الجسماني»، أو على العكس «جعل المواد التي تم تجميعها، غير جسمانية بواسطة النار»[14]. وحسب هذا التصور فإن الدرجة الأخيرة في التفريق الجسماني، هي الحالة الهوائية للبخار أو «البخار المصعَّد» الذي يعتبر أول جوهر غير جسماني. «فكل بخار مصعّد هو نفْس وتلك هي خصائصه اللونية والصبْغية»[15].

من هذا النص الذي يصعب تأويله، استمد نيوتن مفهوماً سيستثمره لاحقاً. فقد كتب زوزيم ما يلي: «الفن واحد، مثلما أن الله واحد»[16]. وقد دفعت هذه القناعة بزوزيم إلى

البحث عن هدف وحيد أثناء طلبه للمعرفة. فإذا كان المبدأ واحداً وكان الفن كذلك، فإن هدف البحث الخيميائي سيكون واحداً أيضاً. بذلك، اتخذ كمبدأ وحيد ما دعاه *بالوسيط* «المصعَّد» الذي يتجلى في الدخان أو البخار.

لكن، ما سبب هذا الاختيار ؟ السبب هو أن الوسيط، أو المُصَعَّد، يتوفّر على خاصية تميزه عن الاختيارات الأخرى الممكنة؛ فهو عبارة عن طبيعة «في صيرورة». وحسب زوزيم دائماً، من الممكن، مبدئياً على الأقل، فصل «الجوهر» (المادة الأولى) عن الكيفيات التي تحدده، وذلك في حالة واحدة على الأقل هي المتعلقة بالمعادن.

تبدو هذه السيولة التي هي كيفية بالمعنى الأرسطي للكلمة وبمثابة المادة الأولى المشتركة بين كل المعادن، في تمامها عندما يتم تحويل الرصاص إلى سائل و«صبغه» من أجل الحصول على المعادن النفيسة (أي الذهب والفضة). فعند ذوبان الرصاص يصبح لونه «مسوداً»، وهذه إشارة حسب زوزيم، بأنه يفقد خلال هذه العملية كل تحديد بحيث لا يتبقى منه سوى «سيولته». ولفصل هذه السيولة عما يدعمها، ينبغي اتباع أربع مراحل هي: «التسْويد» و«التّبييض» و«التصْفير» وأخيراً «الصباغة بالبنفسجي» أو بالأحرى بـ «الأحمر». وعند نهاية هذه التحويلات،

يصبح «الجوهر المحدّد» المحصل عليه، متوفراً على «هوية» ثابتة.

الملاحظ أن هذا المذهب يستند إلى النظرية الأرسطية في *المبادئ*، كنقطة انطلاق بالنسبة للمبادرة برمتها، وينتهي في الأخير بوضع وصفات (أي القيام بتطبيقات)؛ وبينهما أي في الوسط، ينبغي تأويل الوصفات اعتماداً على المفاهيم الفلسفية. لذلك، يجب أن تعالج الأسئلة الأساسية للعمل الكبير بدقة. فكيف نمنح لطبيعة ثابتة جسماً قابلاً للانحلال؟ وكيف نرسخ بشكل دائم تلوين المعدن؟

طبعاً سيطرح نيوتن هذين السؤالين بعد مرور حوالي 15 قرناً على طرحهما من لدن المصري، لذلك فإنهما سيأخذان الشيء الكثير من تفكيره ومن وقته. فلقاء نيوتن بزوزيم، قد مكّنه من إثارة الأفكار التالية:

1) تعتبر النار بمثابة الفاعل الأول والعنصر الأول في عملية التحويل.
2) إن نموذج التحويل يتجلى في محاكاة تلوين يفعل فعله.
3) هناك أيضاً قول مأثور هو: «أن الطبيعة تفتتن بالطبيعة، والطبيعة تتغلب على الطبيعة وتهيمن عليها»[17].

من جابر الى جبيْر Geber

على هدي زوزيم، قرر نيوتن الاهتمام بالمعادن؛ واكتشف سريعاً بأنه من الأفضل الاشتغال على الزئبق بدل الرصاص، لأن الأول يتوفر على السيولة في حالة طبيعية. والحال أن رجليْن عظيميْن آخرين، من عظماء المسرح الكيموسي، يتشابه اسمهما بشكل كبير، سبقاه في هذا المجال؛ ويتعلق الأمر بجابر وجبير.

أما جابر بن حيان فنحن لا نتوفر تقريباً على أي معلومات مؤكدة تخصه. وقد دعاه بعض المؤلفين العرب بجعفر أو باسم كامل هو أبو موسى جعفر الصوفي أو جيابر Giabr (ملحوظة المترجم: اتفق المؤرخون المسلمون القدامى مثل ابن خلدون (المقدمة) وابن النديم (الفهرست)، على أن اسمه هو أبو موسى جابر بن حيان بن عبد الله الأزدي). وحسب بعض الدارسين فقد عاش ما بين سنتي 725 و812 ميلادية؛ أما بعضهم الآخر فاعتبر بأنه ازداد سنة 703 م وتوفي سنة 765 م. وعمل أستاذاً بجامعة إشبيلية (وهذه أيضاً من المعلومات غير الدقيقة، فالرجل عاش واشتغل ببغداد وبالكوفة في العهد العباسي وتوفي حسب أغلب المؤرخين سنة 815 م – المترجم –)، كما نُسب إليه أكثر من ألف بحث في الخيمياء. ونظراً لضخامة عمله وتعقده،

احتل مكانة مرموقة إلى جانب أرسطو، بالرغم من كون فكره غير مألوف لدينا، بسبب أسسه المتجذرة في التعاليم القرآنية التي تتطلب دراستها اهتماماً خاصاً.

يرجع الفضل إلى جابر في إدخال مفهومين إلى اللغة الخيميائية وهما «كبريتنا» و«زئبقنا». فالجاف والرطب والحار والبارد، تشكل أربع «كيفيات» بحيث إن كل واحدة تنبثق من اتحاد «كبريتنا» و«زئبقنا». ولسوء حظ العلوم، فإن *أعمال* جابر اكتفت بإخبارنا بأنه أخذ هذه الفكرة عن «السابقين» من دون أن تحدد هويتهم. فلنحاول من جانبنا، إعطاء تفسير لذلك.

من الممكن أن تكون الفكرة منبثقة من مذهب المعلم الصيني تسي أو ين Tseou yen مؤسس «مدرسة التفكير» (كيا، ين يانغ)(Kia، Yin Yang) حوالي سنة 370 قبل الميلاد، وهو المعروف بمذهب هواي – نان – تسو Houai nan –tseu –. وحسب هذا المذهب، فإن اليانغ، وهو المبدأ الفاعل والذكر(مثل كبريت جابر) والين Yin وهو المبدأ المنفعل والأنثوي (مثل زئبق جابر)، «يتعايشان دوماً ويتفاعلان الواحد داخل الآخر، مثل *النهار* داخل *الليل* و*الحرارة* داخل *البرودة*». ويندرج «كبريتنا» و«زئبقنا» في هذا التفاعل. وكان جابر يعرف، مثلما سيعرف

نيوتن بعده، سبعة معادن هي: الذهب والفضة والنحاس والقصدير والرصاص والحديد والزئبق؛ ويشار إليها في الترجمات اللاتينية لعمله بأسماء الكواكب والنجوم التالية: الشمس، القمر، الزهرة، المشتري، زحل، المريخ وعطارد. وبذلك كان يطبق سبع تقنيات خيميائية هي: التصْعيد أو التسامي (التكرير) والتقْطير «الطالع» أو «الهابط» (الترشيح) والتصفية والترميد والإذابة والتحميم وحمام الرمل. وحسب جابر، فإن كل معدن من هذه المعادن السبعة يتكون من أربع كيفيات أولية، تشكل إثنتان منها *قلب* المعدن ويشكل الباقي *غلافه* السطحي. ولا يتوفر القلب والغلاف على التكوين نفسه بالضرورة. فعلى سبيل المثال، يُعتبر الرصاص رطباً وحاراً من الداخل، بارداً وجافاً من الخارج؛ وعلى العكس من ذلك، يعتبر الذهب بارداً وجافا من الداخل ورطباً وحاراً من الخارج.

في ضوء ذلك، سيدرج جابر معطى جديداً في النظرية الخيميائية، حيث أكد في كتاب *التصريف*[18]، بأن «النفس الكونية» تخترق عالم ما تحت فلك القمر الذي يشغله *الجوهر*، وعبره العوالم الأربعة المكونة من الحار والجاف والرطب والبارد، التي يغلفها الجوهر المذكور. ويتجلى مزيج المكونات الستة الناتجة عن هذا الاختراق في العالم

المرئي في شكل أجسام متنوعة، تتوفر على خصائص متميزة بحسب نسبة العناصر وقوة النفس الموجودة بها. ويجب أن تشكل دراسة التناسب التي يدعوها بـ «الموازين الطبيعية»، موضوعاً أساسياً للخيمياء. وللسماح بهذه الدراسة وتيسيرها، أكد جابر على غرار فيتاغوراس، بأن الحروف كما الأعداد تتضمن جزءاً من العالم نفسه قابلاً للتكْميم. وانطلاقاً من فكرة للعالم الإغريقي جالينوس (131 – 201م) والتي مفادها أننا نجد إلى جانب العناصر الأربعة الكلاسيكية لأمبادوقليس، عناصر أربعة سائلة وهي الدم والصفراء والسوداء والبلغم[20]. وقد أكد جابر أن «علم الميزان» يسمح لنا بأن نزن بدقة نسب هذه الأمزجة الرئيسة.

بعد مرور خمسة قرون وتحديداً في ستينيات القرن الثالث عشر(حوالي 1260)، ظهر كتاب *المجموع الكامل* المستوحى جزئياً من الكتاب السابع لجابر[21]. ونسب تأليفه إلى جبير، وهو على الأرجح بولس دو طارونط Paul de Tarente الراهب الفرنسيسكاني غير المعروف والمنحدر من جنوب إيطاليا، الذي سيعتبر مثل جابر بأن مكونات المعادن تتمثل في الزئبق والكبريت، وفسر ذلك بقوله: «أشرنا إلى أن مكون الزئبق والكبريت يقاوم بشدة ويتوفر على جوهر

منتظم، لأن جزيئات التراب تتحد في إطارهما، وفي *الحد الأدنى*، بجزيئات الهواء والماء والنار، بحيث لا يمكن فصل بعضها عن بعض أثناء الانحلال»[22]. وتشكل مقولة *في الحد الأدنى*، المذهب الأساسي لجبير (ب. دو طارونط).

هكذا، سيتعرف نيوتن لأول مرة، عند قراءته لهذا النص، على الفكرة التي مفادها أن المادة يمكن أن تتشكل من «جزيئات» دعاها جبير باللاتينية minimae partes؛ وسيقوم سنوات بعد ذلك، وتحديداً في كتاب *البصريات*، باستثمار هذه الفكرة من خلال مقولة أقل الأجزاء[23]. وهناك أمر نظري جديد ومهم، وهو أن جبير عالج على قدم المساواة مفهوم *الإكسير* (أو العلاج الخيميائي) ومفهوم *الفاعل المحوّل*. فهذان المفهومان يعملان في نظره وفق درجة من درجات القوة الثلاث. ففي الأولى، ينتجان تغييراً *سطحياً*، وفي الثانية ينتجان تغييراً *واقعياً* يؤثر على كيفية من الكيفيات الخاصة بالمعدن المعالج؛ وفي الثالثة ينتجان تغييراً تتفاعل في إطاره كل الاختلافات، مما يؤدي إلى تحويل المعدن إلى ذهب أو فضة حقيقيين. وإذا كان الإكسير أو الفاعل المحول (من الدرجة «الثالثة») يمتلك مثل هذه القدرة على التأثير بعمق، فذلك راجع إلى كون جزيئات صغيرة جداً ويمكنها أن تتسرب بعمق داخل الجزيئات

الأكبر، الموجودة بالمعدن البخس. وقد عبر جبير في الفصل 22 من كتاب *المجموع* عن هذا المذهب من خلال القاعدة التالية: «ما لا يخترق (الجسم) لا يبدّله»24. وقد طبق جبير نظريته في تعريف بنية المعادن قائلاً: «إن الزئبق هو علاج المعادن والكبريت هو «الغريب» أو «المشترك»، ما دام هو مصدر فسادها. لكن الزئبق يتضمن «كبريته الداخلي» الخاص، وهو ما يسمح له بالتجمد داخل معدن كامل. وهنا تبرز الفكرة الأساسية. فهذا «الكبريت الداخلي» هو الحجرة الوحيدة والعلاج الوحيد (...) ولا يمكن لشيء غريب أن يضاف إليه».

الزئبق متوفر بكثرة في المعادن النفيسة. ومثلما أن الطبيعة أنتجت أنفس المعادن، أي الذهب، انطلاقاً من الزئبق وحده، كذلك يجب على الخيميائي أن ينتج أكمل علاج «انطلاقاً من الزئبق *المصفّى والمدقّق*».

هكذا، أحس نيوتن أخيراً بأنه مستعد للخوض في هذه المسائل وحده، داخل مختبره السري.

الهوامش

1) يعتقد بعض الدارسين بأن هيرا تعني الهواء وليس التراب وأيدونيوس يعني التراب وليس الهواء. انظر بهذا الخصوص:
Vies et doctrines des philosophes illustres de Diogène Laerce, La pochothèque, Paris, 1999, note 7, p. 1022.

2) D. Laerce, *Vies, op. cit.*, p. 1001.

3) Aristote, *De la génération et de la corruption*, Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1998 Livre 2 § 1, 329a.

4) Ibid., Livre 2, § 3, 330 b.

5) في نظر لأرسطو، يخضع كل عنصر لحركة «طبيعية». فالنار والهواء يتجهان صوب المحيط بشكل طبيعي، والماء والتراب يتجهان صوب المركز بشكل طبيعي. وهناك عنصر خامس يدعوه أرسطو بالأثير، وهو يخضع بشكل طبيعي لحركة دائرية، ويعتبر سبب الحركة الدائرية للنجوم.

6) Aristote, *La Métaphysique*, Livre Z, chapitre x.

7) Alexandre d'Aphrodise, *De Mixtione*, 224, 32. Reproduit dans *Stoicorum veterum fragmenta*, Vienne, 1902, réed. R. B. Todd, *Alexander of Aphrodisias on Stic Physics*, Leiden, 1976, vol. 2, p. 112. Cité dans J- P. Dumont, Deux hypothèses concernant l'interprétation stoïcienne de l'art tinctorial, in *Alchimie et philosophie de la renaissance*, Librairie philosophique Vrin, Paris, 1993, p. 329.

8) في تصور الرواقيين يقابل النبر tonos التوتر النشيط الذي ينتج النبرة. لذلك فإن كلمتي نبرة ونبري، مشتقتان من هذا الجذر. وبالنسبة للخيميائي، فإن الزوج نبري وغير نبري يدرج التقابل الحاصل بين عابر وثابت.

9) *Stoicorum veterum fragmenta, op. cit.*, p. 15.

10) Cité dans J. B. Mullinger, *Cambridge Characteristics in the Seventeeth Century*, Londres, 1867, p. 55.

11) Keynes MS 135.

12)I. Newton, *Theologiae gentilis origines philosophicae*, Keynes MS 146; trad. Fr. dans *Isaac Newton, Ecrits sur la religion, op. cit.*, p. 51.

13) Cité par Newton dans *L'Origine des religions, in Ecrits sur la religion, op. cit.*, sous l'indication Euseb., Praep., Evang. I. 1c. 9.

14) M. Berthelot et C. E. Ruelle, *Collection des anciens alchimistes grecs, 3 vol.*, Paris, 1888, 195, 7, 18.

15) A. J. Fustigière, Trente cinq chapitres de Zosime à Eusébie, dans *La Révélation d'Hermès Trismégiste*, Paris, 1944, vol. I, p. 243.

16) Zosime, cité par Olympiodore, philosophe d'Alexandrie dans son *Commentaire du livre selon l'action de Zosime*, § 26, In *Alchimie, art, histoire et mythes, op. cit.*

17) توجد صيغ عديدة لهذا القول المأثور. مثلاً: «الطبيعة تمتع الطبيعة»، «الطبيعة تهيمن على الطبيعة»، «الطبيعة تغلب الطبيعة»، المرجع السابق نفسه، ص. 74.

18) *كتاب التصريف، ضمن مختار رسائل جابر بن حيان*، وقد قام بنشر هذه النصوص العربية بول كراوس، باريس – القاهرة، ميزونوف – الخاندجي، 1935، الصفحات 392 – 424.

19) يندرج هذا التصور ضمن الفلسفة الأفلاطونية المحدثة.

20) أصبحت هذه الألفاظ غير مستعملة حالياً.

21) *The Summa Perfectionis of Pseudo – Geber*, Collection des travaux de l'Académie internationale de l'histoire des sciences, vol. 35, Brill, Leiden, New York,

Kobenhavn, Köln, 1991.

وقد حدد المؤلف في المقدمة الخصائص التي يجب على الراغب في أن يصبح خيميائيا التوفر عليها وهي: أن يكون ملماً بالفلسفة، أن يكون راغباً في إجراء التجارب داخل المختبر، أن يكون غنياً في حدود المعقول وذا صحة جيدة حتى يتمكن من إنجاز تجاربه المخبرية التي غالباً ما تكون شاقة ومكلفة؛ وأخيراً يفضل أن يكون من الذين اصطفاهم الله، كي يتلقى ما دعاه المؤلف بـ «عطاء الله».

22) *Alchimie et philosophie à la Renaissance, op. cit.*, p. 66.

23) I. Newton, *Opticks, op. cit.*, p. 1.

24) ترجم الخيميائي البريطاني هذه الجملة في عمله المذكور، الموسوم بـ *مبحثين في الأجسام والروح* كما يلي: «لا يمكن لأي جسم أن يبدل جسماً آخر، اللهم إذا ما اخترقه وأصبح يشكل معه شيئاً واحداً بالفعل، عبر الامتزاج به».

«فتح المعادن»

التجارب الأولى

استغرق نيوتن من جديد في قراءة *المدخل المفتوح* الذي فسر فيه فيلاليتيس كيف سعى المؤيدون إلى «تهييج» بسيط للمعادن البخسة، كي تبلغ «مرتبة ملكية». وبعد أن أدرك هؤلاء بأن «كل الأجسام المعدنية ذات مصدر زئبقي (...) مثلما هو تماماً حال الذهب»[1]، عملوا على «إخضاعها للهضم» للتوصل إلى درجة «نضج» الذهب.

وقد حاول نيوتن فهم المعنى الخفي لهذه العبارات بدقة. فالمعادن «البخسة» تتضمن مادة الذهب، لكن «بالقوة» فقط، لأنها مختلطة برطوبة زائدة. وللسماح لهذه المادة ببلوغ «المرتبة الملكية» الطبيعية، وهي مرتبة الذهب الخالص، ينبغي تخليصها من هذه الرطوبة. ومن الممكن تحقيق ذلك عبر «تهييج» (أي تسخين) المعدن، من أجل تحويل مادة الذهب التي يتوفر عليها إلى جزيئات صغيرة شبيهة بجزيئات النار. بعد عملية «الهضم» هذه سيتحد الذهب مع أصغر الجزيئات المعدنية، في حين سيتبخّر ما تبقى من المعدن المذكور. هكذا، سيبقى الذهب الخالص

داخل بوتقة جهاز التصفية، وهو ذهب «متحول».

سيعلم نيوتن وهو يتابع قراءته، بأن هذه المحاولات باءت بالفشل «بالرغم من تنويع استعمال النيران». فقد تخيل المؤيدون إمكانية إخضاع مادتهم لنار *داخلية* و*خارجية* و*ذلك* بصب المياه المذيبة و«الحارقة» على الزئبق. بتزامن مع ذلك، سيكتشف في الكتاب الذي أصدره بويل في طبعة ثانية بعنوان *أبحاث فيزيولوجية*، وجود مفهوم ووصفة، مموَّهيْن كالعادة، يبدو وكأنهما يتوافقان مع ملفوظ فيلاليتيس. أما المفهوم فهو «فتح المعادن»، ويقصد بويل بفتح المعدن إخضاعه لتأثير النار، أو بشكل أفضل لتأثير «ماء مذيب وحارق»، لاستخراج زئبق الفلاسفة. وأما الوصفة التي صاغها بويل، والتي تسمح بالحصول على هذه النتيجة عبر «السيل الرطب»، فتتمثل في «إذابة أوقية من الزئبق العادي داخل أوقيتين من الماء القاطع الخالص؛ ونقوم بعد ذلك بالسكب التدريجي لنصف أوقية من حبيبات الرصاص داخل هذا الخليط. وعلى الفور، يتحول الرصاص إلى غبار أبيض ويصبح الزئبق عبارة عن كمية سائلة (...) وبالرغم من أننا لم نحصل بعد على زئبق الرصاص الحقيقي (علماً بأننا نتوفر على بعض المؤشرات)، إلا أننا نعتبر بأن ما حصلنا عليه هو شيء مخالف

للزئبق العادي ومناسب بشكل أكبر للاستعمال في بعض التجارب الكيميائية»[2].

لقد كان المجرب الكبير حذراً وحذراً جداً، لأنه لم يجرؤ على القول صراحة بأنه عزل زئبق الفلاسفة! لذلك كان نيوتن، المؤيد المجهول، والحر بالتالي في تصرفاته، هو الذي سيحظى بشرف إعادة التجربة، وتدقيقها ما أمكن، واستخلاص النتائج المترتبة عن العملية.

كانت الوصفة تتضمن أربعة ألفاظ كيميائية وهي: *الماء القاطع* و*حبيبات الرصاص* و*الزئبق* و*الزئبق العادي* (ومعلوم أن اللفظتين الأخيرتين مترادفتان). وكان *الماء القاطع*، وهو خليط من الماء وحمض النتريك، المعروف لدى الصاغة والنقاشين، قد استعمله من مدة الفنان ألبريخت دورر Albrecht Dürer وخصوصاً رامبراندت Rembrandt المتوفى بأمستردام منذ فترة قصيرة. وكان من السهل التزود ببضع أوقيات من هذا الماء لدى بائعي الألوان وأدوات التلوين. وينطبق الشيء نفسه على حبيبات الرصاص وعلى الزئبق، فهاتان المادتان كانتا متوفرتيْن بكثرة لدى الباعة.

هكذا شرع نيوتن في العمل بعد قراءة معمقة لكتاب جبير(ب. دو طارونط) الذي اعتبر بأن الرصاص مثل كل المعادن، مركب من كبريت وزئبق الفلاسفة. وقد اتبع حرفياً

تعليمات بويل وقام بإذابة أوقية من الزئبق داخل أوقيتين من *الماء القوي*، فحصل على «محلول» صبّ فيه بكميات صغيرة ومتتالية، أوقية من حبيبات الرصاص. وهنا لاحظ بأن «الرصاص تآكل وذاب تدريجياً في الزئبق». وعلى ما يبدو، فإن كبريت الرصاص امتزج بالزئبق العادي المذاب داخل الماء القاطع، عند بداية التجربة، لذلك «أزاله» نيوتن من المحلول، حيث أصبح على شكل مترّسب في قعر الوعاء.

أما الزئبق *الآخر*، أي زئبق الرصاص الأكثر أهمية، فقد أخذ مكانه في المحلول وكان عليه «الانسياب بدون مانع» أسفل الوعاء. فهل تمّ الأمر بهذا الشكل؟ بعد تصعيد (تبخير) المحلول المتبقي، حصل نيوتن على راسب. ولما كان الذوق جزءاً من الصفات التي يحملها الجسد، فإنه سيقوم كتلميذ مخلص للخيميائيين «بتذوقه»، وسيحس بأن مذاقه حار، مثل مذاق المصعد. وإذاً، لم يعد هناك شك؛ فهذا الراسب هو «الزئبق الآخر»، إنه «زئبق الرصاص» أو «زئبق الفلاسفة»!

كرر نيوتن التجربة مستعملاً النحاس بدل الرصاص، إلا أن الأمور لم تحدث كما كان متوقعاً، لأن المحلول المتبقي «مال إلى اللون الأزرق». فاستنتج بحق، أن بعض النحاس

تسرب إلى المحلول وبالتالي أخرج زئبق الفلاسفة «أثناء الذوبان *وبعده* أيضاً». وقد أقلقته هذه الملاحظة وعبر عن ذلك قائلاً: «لا أعرف ما إذا كان زئبق الفلاسفة منبثقاً من المحلول أو من النحاس، لأن الأول عمل على إذابة الثاني». إثر ذلك، انتابته الشكوك، فشرع في البحث عن إجراء أفضل.

المُصَعَّد المُذيب

لا يمكن اكتشاف هذا الإجراء الجديد من دون مساعدة روبير بويل؛ والحال أن نيوتن لم يكن يعرفه إلا من خلال كتاباته. ففي مؤلف *عن الأشكال*، الذي أصبح من بين كتبه المفضلة، اكتشف جملة قصيرة لم يسبق أن أثارت انتباهه من قبل. فقد كتب بويل متحدثاً عن تجربة استخدم فيها «المصعَّد المذيب»، ما يلي: «من المحتمل تحسين هذه التجربة بشكل كبير إذا ما استخدمنا أصنافاً جديدة ومختلفة من هذا المصعَّد»[3]. وأعطى مثالاً عن النتيجة المحصل عليها، عند معالجته للنحاس بالمصعد المذيب المشترك الذي أضيف إليه «حمض الأمونياك». هكذا سيعود نيوتن إلى معجمه الكيميائي وإلى ملاحظاته حول المصعد المذكور الذي ندعوه اليوم «ثاني كلورور الزئبق»[4]، والذي كان معروفاً

آنذاك باسم *مصعد البندقية*. «ويشكل *الزئبق المصعد* *Mercurius Sublimatus* لـب الزئبق الممتزج بحمض الكبريت (الذي يتم تسخينه على نار حامية تارة وهادئة تارة أخرى) وبملح البارود (المحروق)، حيث يتم تصعيده داخل الرمل ليصبح عبارة عن رمل أبيض مذاب، وهو الزئبق الممزوج بروح الأملاح المجففة»[3].

أما بويل، فهو يرى أن مزج هذا المصعد المذيب بكلورور الأمونيوم يسمح بتحسين نتائج استخلاص زئبق الفلاسفة بـ «الطريقة الجافة»: فجسم الزهرة يستخرج بواسطة كلورور الأمونيوم، أفضل من استخراجه بواسطة المصعّد المشترك (المستخدم بمفرده). وحسب التحديد الخيميائي، فإن الزهرة هي الكوكب المقابل للنحاس، وبالتالي فإن «جسم الزهرة» هو زئبق الفلاسفة بالنسبة للنحاس. وكما اقتضت العادة، وضع بويل خلاصة حذرة لعرضه جاء فيها: «والآن، بعد أن رسمت لكم الطريق بخصوص هذا الموضوع، لن أجرؤ على قول المزيد».

لقد اهتم نيوتن كثيراً بفكرة استعمال «وسيط»، وهو كلورور الأمونيوم، لاستخلاص زئبق الفلاسفة. هكذا قام بوضع كمية صغيرة من المعدن «المسحوق أو على شكل حبوب»، في بوتقة وغطاه بمزيج من المصعد المذيب ومن

ملح الأمونياك، وعمل على «طبخهما معاً»، ثم وضع كل هذه المواد على «نار خفيفة». وبعد فترة، «انساب زئبق المعدن نحو الأسفل». وهذا أمر نعرفه اليوم، إذ أن المسألة تتعلق بالزئبق «العادي» الموجود بالمصعد المذيب الذي جعله نيوتن ينساب إلى قعر البوتقة. ومع ذلك، بدا له هذا الزئبق مختلفاً في بعض جوانبه عن الزئبق العادي. وسجل في مفكرته ما يلي: «إن الزئبق المستخلص من الأجسام بهذه الطريقة، يتوفر على السيولة الفائقة والباردة نفسها، الموجودة بالزئبق المشترك، لكنه يتوفر أيضاً على شكل خاص به»[6]. وباندهاش كبير، لاحظ كيف أنه يتوفر على «بعض خصائص المعادن التي استُخلص منها».

وبالنسبة إلينا، نحن الذين نتوفرعلى مكتسبات معرفية، هي حصيلة ثلاثة قرون من التقدم العلمي، فإن السبب واضح. فالزئبق الذي حصل عليه نتيجة تحلل المصعد، تلطخ بكمية صغيرة من المعدن المستعمل، مما دفع نيوتن إلى الإقرار بأن ذلك «جعله أبعد من زئبق الفلاسفة، مقارنة بالزئبق المشترك»[7].

وعلى الرغم من فشله الثاني وتخليه عن هذا السبيل وأخذه لوجهة أخرى، لا بأس من الإشارة إلى أنه طور إلى حد ما خيمياءه بطريقة *عقلانية*، بحيث أجرى أبحاثه

داخل المختبر، بصرامة ودقة الكيميائي الحذر.

الأسد الأخضر

بالموازاة مع التجارب الخيميائية التي قام بها نيوتن، تابع قراءاته المتعلقة بالجانب النظري لهذا المجال. هكذا استغرق من جديد في قراءة أعمال ميخائيل مايير، التي اكتشف فيها عدة نصائح للتحكم في الفن الكيميائي. فقد أكد هذا «الطبيب الفيلسوف» العارف بأن «ممارس *الفن الكيموسي* *artifex chymicus* «مطالب بالتوفر على معرفة متينة بالطب وعلى فن تعيير المعادن[8] وعلى فن الصياغة والتعدين. ويجب عليه أيضاً التعرف على إجراءات صانعي الأواني الزجاجية وصانعي الخزف والصباغين، ليس عن طريق الكتب ولكن «بالاطلاع على طبيعة المعادن» واكتشافها «بعيون ثاقبة» و«في عين المكان»، أي بالمناجم. آنذاك، يمكنه فهم «الأسباب الطبيعية لتكوّن المعادن ونموها في باطن الأرض»، وبالتالي «سيدرك كيفية القيام بعمليات *الفن* المحاكي للطبيعة»[9].

ومع ذلك، يصعب عملياً على المرء أن يصبح «فيلسوفاً حقيقياً». فالطريقة التي ينجز بها الفن المذكور، والتي يمكن من خلالها تحويل معدن إلى معدن آخر، في زمن

معين وبوسائل محددة، «ظلت مخفية ومستورة من قبَل كل الفلاسفة الحقيقيين»؛ ذلك أن الفيلسوف الحقيقي يشتغل وحده، على حسابه الخاص، لبلوغ «الهدف الحق» الذي ينشده الفن الكيميائي. وهذا الأمر يناسب نيوتن الذي انخرط بمفرده في هذه العملية.

من جانب آخر، وفي مبحث بعنوان *سلم الفن الفلسفي*، قام مايير بوصف هذا السلَّم الذي يتعيَّن على كل فيلسوف حقيقي صعوده، إذا رغب في بلوغ «القصر الفلسفي»، أي الذهب الخالص الموجود بقمة جبل يرمز إلى الفن الكيميائي. وتحظى كل درجة في السلم بكلمة مفتاح أو كلمتين، مما يسمح بتتبع الخطوات الأساسية كما يلي:

1) ينبغي على المريد السعي أولاً إلى طبيعة «الهدف الحقيقي» للفن.

2) يجب عليه بذل مجهود لاكتشاف طبيعة «المادة الأساسية» التي يتعيّن إتقانها.

3–4 –5) ينبغي بعد ذلك أن يتعلّم «الممارسة» التي تسمح بإنجاز «الأحجار» التسعة الضرورية للعمل عبر ثلاث مراحل، من الحجر الأسود إلى الحجر الليموني.

6) يمكنه آنذاك أن يأمل في اكتشاف كيفية إنتاج

«المحلول المائل إلى اللون الأبيض» للحصول على الهدف النهائي «المطلق» للفن والمتمثل في التختر المفضي إلى الذهب[10].

أصدر مايير، قبل أربع سنوات من وفاته وتحديداً سنة 1618، روايته التعليمية الشهيرة «*الأطلانتية الهاربة*»، المزينة بخمسين رسماً من إنجاز صديقه رسام الكتب المسمى بري Bry، شكلت «الرموز الكيموسية الجديدة لأسرار الطبيعة». وإلى جانب الرسم رقم 37 الذي يمثل «الأسد الأخضر»، وضعت عبارة توجيهية جاء فيها أن الأسد الأخضر هو البرونز أو النحاس الهرمسي[11]. والأمر الغريب هو أن هذا التأويل لم يرقْ لنيوتن الذي سيعاند تصور مايير، مؤكداً على أنه من اللازم أن يعبر الأسد عن شيء آخر مغاير تماماً. لكن ما هو هذا الشيء؟

عربة الكحل الفائزة

بينما كان نيوتن منشغلاً بمعرفة حقيقة *الأسد الأخضر*، توصّل من بعض مراسليه بمخطوط تحت عنوان «عربة الكحل الفائزة»[12]. وعلى الفور ذكره لفظ «الكحل» بأمور سبق أن أثارها. ففي معجمه المذكور، أدرج بالمدخل ما يلي: «ينتج *الريغول الحديدي* ***Regulus Martis*** عبر إلقاء

جزءين من الكحل على جزء من الحديد الحامي داخل بوتقة، ومزج كل ذلك بشيء من ملح البارود لتفعيل الخليط. وعندما يبرد هذا الأخير، نحصل بقعر البوتقة على الريغول المتوفر على سطح صقيل، مع وجود نجيمات فوقه. ويدعى هذا الخليط الريغول الحديدي المرصع بالنجوم». ومعلوم أن لفظ *Regulus* هو تصغير للكلمة اللاتينية *Rex* التي تعني الملك. لهذا سيكون معنى Regulus هو «الملك الصغير». وحسب نيوتن، توجد علاقة بين «الريغول المرصّع بالنجوم» و«ريغول الأسد»[13]. مكتبة الرمحي أحمد

من جانب آخر، تحيل لفظة *Martis*، اللاتينية أيضاً، على كوكب المريخ الذي اقترن لدى المنجمين والخيميائيين بالحديد، فالريغول *الحديدي* إذاً، ينتج عن استخدام سلفور الإثمد Stibine وهو معدن الكحل والحديد. (والملاحظ أن نيوتن أطلق لفظ antimoine على المعدن الذي يتكون من الكحل والكبريت والذي ندعوه اليوم Stibine؛ كما أطلق لفظ ريغول Regule على ما ندعوه بكل بساطة كحل antimoine).

وقد كتب بازيل فالنتان Basile Valentin مؤلف «*العربة الفائزة*» ما يلي: «حظي ترصيع الكحل بالنجوم، بتقدير كبير من طرف العديد من المجربين (..) بل إن بعضهم

اعتقد بأن النجمة هي الجوهر الحقيقي لحجرة الفلاسفة. لكن هذه الفكرة خاطئة (...) لأن النجمة المذكورة ليست ثمينة إلى الحد الذي تتضمن فيه الحجرة العظيمة؛ مع العلم بأن علاجاً رائعاً يختفي بداخلها»[14]. وفي صفحات لاحقة سيقدم فالنتان إشارة أخرى قائلاً: «من الممكن أحياناً إنجاز هذا الريغول أو هذه النجمة، عبر استخدام النار والحجر–الثعبان».

كانت هذه الإشارة كافية لتحفيز مخيلة نيوتن، خصوصاً وأن فالنتان سيقدم توضيحات أكثر بقوله: «(..) إلى أن يحترق في النهاية ويتحد تماماً مع الثعبان. وهنا سيتوفر الخيميائي على مادة حارقة وقابلة للاشتعال، متضمنة لإمكانيات رائعة». بعد أن اقتنع نيوتن بأن الأحجار–الثعابين هي بكل بساطة مكونات المصعّد المذيب، كتب بهامش المخطوط: «إن الأحجار–الثعابين، أي الفتريول وملح البارود، توجد داخل المصعّد، فهي تحترق بشكل تام على المدى الطويل وتتحد بالثعبان وتمكن الفنان (الخيميائي) من الحصول على مادة مقوّاة إلى أعلى درجة وملتهبة، بحيث إن العديد من الأشياء القابلة للتحقّق، توجد في حالة كمون بداخلها»[15].

يكشف لنا هذا النص عن التفكير الخاص لنيوتن في

اللحظة التي كان يستعد فيها لاجتياز عتبة هذا المدخل. فلكي ينتج المصعد المذيب، كان عليه القيام بمزج الفتريول وملح البارود بـ«زهور الزئبق» (أي بكلورور الزئبق). وبالنسبة إليه، فإن «المصعد» المحصل عليه، هو عبارة عن زئبق «متحد بأرواح الأملاح المجففة». وتحيل لفظة أرواح، على الأحجار- الثعابين المنبثقة من الأملاح «الحجرية». ومن خلال هذه التأملات، تبدو لنا الأهمية التي تكتسيها الرموز في اللغة الخيميائية وفي تأويلها.

صلب سنديفوجيوس

تأثر نيوتن بتوجيهات بويل، الذي دعاه إلى «فتح» المعادن، وبتوجيهات بارو، الذي ساعده على اكتشاف مزايا الكحل، وكذلك بتوجيهات هنري مور، آخر زعيم «للأفلاطونيين»، وهو الاسم الذي كان يطلقه أعضاء جماعته على أنفسهم. ولم يكن نيوتن يعرف الشيء الكثير عنهم إلا أنه صادف خلال قراءاته ممثليْن بارزيْن عن هذه الجماعة هما: الفرنسي جان ديسبانيي J. D'Espagnet وميخائيل سنديفوجيوس الغامض. ويعرف ميخائيل سدزيفوج Sedziwoj الملقب بسنديفوجيوس وبالمواطن العالمي، بتأليفه لمبحث *النور الكيموسي الجديد*[16]. فقد

فسر في هذه الرسالة المكونة من 12 كتاباً، كيف أن الطبيعة تنقسم إلى أربع مناطق تتموضع فيها العناصر الأربعة. ويخضع كل عنصر داخل منطقته لحركة ثابتة، كما تنبثق منه «رقة أو لطافة» يدعوها بـ«المني». وفي مركز الأرض الفارغ، يقوم «خادم الطبيعة» بمزج مني العناصر ويدفعه إلى الخارج. وهذا الخليط هو «إكسير جميع الأشياء والخلاصة التامة والجوهر (..). إنه بلسم الكبريت ومبدأ المعادن الجذري والرطب»[17].

على هذا الأساس بلور سنديفوجيوس نظرية خاصة بالمعادن. فقد فسر كيف أن «زئبق الفلاسفة» يتضمن «نوعاً من الرطوبة الممزوجة بالهواء الساخن»، مشيراً إلى إمكانية «إتقان» المعادن عبر استعمال طرق الفن التي تحاكي عمليات تكوّن المعادن بباطن الأرض. وهو ما أكده بقوله: «هناك معدن يحتوي على قدرة استنفاد كل المعادن الأخرى لأنه شبيه بمائها أو بأمها تقريباً. ولا شيء يقاومه أو يعدله سوى الرطوبة الجذرية للشمس وللقمر».

إن هذا المعدن هو الصلب الذي يتوفر على خصائص سحرية فعلاً. «وإذا ما التقى بالهواء فإنه سيقذف نطفته وسيُنهك حتى الموت، آنذاك سيضع ابناً أنصع من الأب». سيزداد إعجاب نيوتن بالرجل، خصوصاً عند قراءته ما يلي

بالخاتمة: «الهواء هو مادة الفلاسفة القدامى (..) والماء هو بخارنا المميَّع الذي يُستخلص منه ملح بارود الفلاسفة، حيث ينمّي ويغذي كل الأشياء؛ ويوجد أساسه بمركز الشمس والقمر معاً، أي ما هو سماوي وأرضي. وبصيغة أوضح، إنه حجرنا المغناطيسي الذي سميته في الكتب السابقة بالصلب». في هذا الإطار، سيتذكر نيوتن مقطعاً من كتاب *العربة الفائزة*، أكد فيه فالنتينوس (فالنتان) ما يلي: «أعلم بوجود روح بالكحل أيضاً، هي قوته، فهي تخترقه بطريقة مرئية، مثلما تخترق قوة الجذب المغناطيس»[18].

والحال أن سنديفوجيوس سيعلن في كتاب *النور الجديد* عن «وجود معدن آخر منبثق طبيعياً من ذاته بحيث يجذب أشعة الشمس، وهو ما سعى الكثيرون إلى معرفته وما يشكل منطلق عملنا»[19]. سيعلق نيوتن على ذلك قائلاً: *عليكم ألا تبحثوا عن هذا المعدن، فقد وجدته؛ إنه الكحل!* وسيسجل في دفتره ما يلي: «إن هذا المعدن الآخر المسمى chalybs هو الكحل، لأنه منبثق طبيعياً من ذاته (من دون أي خدعة) ويشكل منطلق العمل». وسيضيف بعد تفكير قائلاً: «لا يوجد هنا أكثر من مبدأين هما: الرصاص والكحل».

في رسالة أخرى لسنديفوجيوس عنوانه *سقْط الفلاسفة*، قرأ نيوتن العبارة التالية التي ستدعم رأيه: «إن ماءنا ينجذب

بشكل عجيب، وهو أفضل شيء ينجذب بفعل معدننا الكحل هذا، الموجود بجوف الأرض»[20].

هكذا أصبح كل شيء واضحاً في ذهن نيوتن، حيث سيستثمر منجزات الخيميائيين القدامى الذين تحدثوا عن «مائنا» و«كبريتنا» و«زئبقنا» وسيكتب ما يلي: «إن *الماء الأفضل* ينجذب بقوة كبريتنا المختفي داخل الكحل؛ لأن هذا الأخير كان يسميه القدماء أريس Ariès؛ ولأنه أول علامة من علامات الأبراج التي تبدأ فيها الشمس بالتهيج مثلما أن الذهب يهيج داخل الكحل».

لنعملْ على فك رموز هذه الفقرة من نهايتها. فالقول إن الذهب «يهيج» داخل الكحل، هو بمثابة إحالة على العملية التي يصفى فيها الذهب عندما يتم تسخينه بكبريت الإثمد (أو الكحل Stibine)؛ ذلك أن هذا الكبريت يمتزج بالفضلات المعدنية الموجودة بقشرة الذهب ويشكل معها رغْوة تصعد إلى سطح الكتلة السائلة، بينما ينزل الذهب المصفى إلى قعر البوتقة. وقد سجل نيوتن الوصفة الدقيقة لهذه «التجربة» في معجمه بعنوان «التجربة» بواسطة الكحل، قائلاً: «عندما تقوم بإذابة جزء من الذهب الملوث مع ثلاثة أجزاء من الكحل، على نار ملتهبة (...) تحصل على ذهب خالص جداً». لنتابع مسار الرجل. فعندما

تدخل الشمس في أبرز صورة من صور البروج (وهي صورة أرْيِيس) فهي تبلغ سمْتها الصيفي وتبدأ في «التهيج»؛ كذلك الذهب، فهو «يهيّج» بفعل الكحل.

سيستخلص نيوتن من هذه العناصر النتيجة الأساسية التالية: إن الكحل مثل «الصلب»، مادة قادرة على الفعل عن طريق الجذب. وسيكتب مباشرة مذكرة تحت عنوان «*مقتطفات من النور الكيموسي الجديد، تتعلق بممارسة الفن*»، حيث سيعلن فيها «بأن الهواء يولّد معدن الكحل أو المغناطيس، وبذلك يبدو للعيان. هكذا سيكون لهذا الأخير أبوان وهما الشمس (الذهب) والقمر(الفضة). وهو ما تحمله الريح في بطنها، أي الملح النباتي وهو النشادر Alcali أو الأمونياك المخفي في بطن أوكسيد المغنيسيوم أو الكحل»[21].

طبعاً، إن الهواء الذي تحدث عنه سنديفوجيوس ليس هواء الكيميائيين. وكما فسر هذا الأفلاطوني ذلك في خاتمة كتابه *النور الجديد*، يتلقى الهواء كل «الفضائل» السماوية والأرضية المحيطة؛ «إنه مادة الفلاسفة القدامى وماء بخارنا المميعّ الذي يُستخلص منه ملح بارود الفلاسفة، حيث ينمي ويغذي كل الأشياء (...) فهو يولّد حجر المغناطيس الذي يولد بدوره أو يبرز هواءنا ويتقدم في هذا المسار».

وكقارئ منتبه لكتاب *خلود النفس*، عمل نيوتن على التقريب بين «هواء» سنديفوجيوس و«الروح الكونية» لمور. هكذا تبنّى مذهب سنديفوجيوس حول الطريقة التي يتفاعل من خلالها الهواء والحجر المغناطيسي. فالهواء يولد المغناطيس الذي يظهره بدوره؛ وينحدر الهواء من أبوين هما الشمس والقمر. لكن بعد ذلك سيضع مسافة بينه وبين المواطن الكوني (سنديفوجيوس). فمن وجهة نظره، إذا كان المغناطيس مكوناً من الكحل، فمن اللازم مخالفة المسعى المقترح من لدُن هذا الأخير، إذ لم تعد هناك حاجة إلى البحث عن استخلاص المبدأ المعدني من الهواء، ما دام موجودا في الكحل. وتُعتبر نجمة الريغول المرصع بالنجو «أداة الفلاسفة» التي تسمح بإنجاز هذا العمل، وبذلك تقدم نيوتن في مساره الخيميائي. صحيح أنه لم يستوعب كلية الأهمية «النظرية» لنص سنديفوجيوس، لكن هذا الأمر لن يدوم طويلاً.

كيف يمكن الحصول على الرّيغول المُرَصَّع بالنجوم؟

يعتبر الكحل نصف معدن، وهو مستخرج من معدن معروف منذ القدم تحت اسم كبريت الإثمد (مما يفسر

الترميز الحديث للكحل بالحرفين اللاتينيين Sb). وعندما يتم تسخين المعدن المذكور مع الحديد، يأخذ هذا الأخير مكان الكحل في المزيج الكبريتي. وفي بعض الحالات التجريبية، يسقط الكحل الخالص في قعر الوعاء على شكل بلّور طويل ودقيق يرسم فروع نجمة مشعة في نقطة مركزية، وذلك هو «ريغول الكحل». وعند الملاحظة الدقيقة لعملية الاحتراق، سجل نيوتن ما يلي: «لإنتاج ريغول الكحل والحديد والرصاص والنحاس الخ.. يجب أن نضيف المعدن المعني إلى كبريت الإثمد، مع احترام المقادير الخاصة»[22].

هكذا، قام بمختلف التجارب حيث أضاف الحرارة أو قلّل منها، وغيّر نمط وضع العناصر (المقومات) داخل الوعاء وعمل على تنويع المقادير. وبفعل هذه التجارب المتعددة، حدد القواعد التي ينبغي احترامها في العادة و«المؤشرات» التي يمكن ملاحظتها عموماً للتوصل إلى النتيجة المطلوبة؛ إذ لا يتعلق الأمر *بالحصول* فقط على الريغول، بل يجب أن يكون *مرصعاً بالنجوم*. وقد شعر بأن هناك بين ريغول المعادن و«زئبق الفلاسفة» علاقة خاصة، سعى إلى الكشف عن سرها، معتبراً النجمة إشارة إلى هذه العلاقة. وبعد أن عاين في مختبره الشكل المتميز للريغول، فتح دفتره الذي

أودع فيه نسخة من كتاب *العربة الفائزة*، حيث اكتشف مقطعاً يفسر فيه بازيل فالنتان إمكانية مماثلة «رصاص الفلاسفة» بالريغول المرصع بالنجوم. إثر ذلك، رسم على هامش المخطوط يداً تشير إلى المقطع المذكور[23].

أصبحت المسألة الأساسية في الخيمياء مطروحة حسب نيوتن إذاً، مما دفعه إلى قراءة مخطوطات جديدة يمكنها أن تساعده على حلها. وبعد اطلاعه على أفكار سنديفوجيوس، استأنس بأفكار جان ديسباني واستغرق في قراءة كتاب *السر الباطني للفلسفة* الذي أصدره هذا الخيميائي الفرنسي سنة 1621. وسجل بهذا الخصوص عدة ملاحظات بدفتر وزعت صفحاته على عمودين؛ ففي العمود اليساري نقل مقتطفات من هذا المؤلف وقارنها بمقتطفات من بحوث عديدة لسنديفوجيوس، اعتبرها مهمة[24]؛ أما العمود اليميني فخصصه لملاحظاته وتفسيراته المكتوبة بخط يده.

صيد الأسماك الكبيرة

أثار مقطع غامض بشكل خاص ضمن مؤلف *العمل السري*، انتباه نيوتن. ويتعلق الأمر بالقاعدة 54 التي استحضر فيها ديسباني صورة سيتبناها الباحث الإنجليزي وسيعلق

عليها قائلاً: «هكذا يتوفر الفلاسفة على بحر خاص بهم، تنشأ فيه أسماك صغيرة وكبيرة أو كائنات تتحرك داخل قشرتها الفضية. ويعتبر الشخص العارف بكيفية لفها داخل شبكة معقودة بإتقان واستخراجها، صياداً ماهراً»[25]. تلت ذلك عبارة لا تقلّ غموضاً وهي: «مثلما يتم قطف أزهار البنفسج الأرجوانية[26]، كذلك يتم اصطياد الأسماك الكبيرة (أي الكبريتية) والأسماك الفضية اللون. ومن المؤكد أن الزئبق يصبح ذا لون أبيض عند التصعيدات الأخيرة».

بالنسبة للخيميائي في تلك الفترة، يجب إزالة الكبريت الحامل لخاصية التلوين، من أجل الحصول على «زئبق أبيض». وإذا ما افترضنا أن «الأسماك الكبيرة» كبريتية، فلكي يصبح الزئبق، أي «الأسماك الفضية»، أبيض اللون، يتعيّن تصفيتها، أي «الاستيلاء عليها»، باستخدام «شبكة الفلاسفة» أي المصفاة.

يقدم خليط الكحل والنحاس تنويعات للون «الأرجواني». ولعل هذا ما دفع نيوتن، الذي طبق الإيحاءات المجازية لديسبانيي حرفياً، إلى إخضاع هذا الخليط للتجربة من أجل صنع «الشبكة». أو ليست نجمة الريغول هي العنصر الأساس القادر على جذب الأسماك نحو الشبكة؟ هكذا، سيقوم بعدة تجارب متقنة وسيغير في

كل واحدة منها مقدار الخليط، مسجلاً النتائج التالية بدقة: ففي كل مرة يضيف فيها معدناً آخر إلى خليطه، يختفي اللون «الأرجواني» من هذا الأخير. وهذه في نظره علامة على «قطف أزهار البنفسج الأرجوانية»؛ إذ تحرر الكبريت وأصبح بإمكان «الأسماك الفضية» أن تتحرك بمفردها أخيراً وأن تصبح «بيضاء».

يهوه، القديس الوحيد

لم يعد نيوتن يشك في قدراته الخيميائية. ولتسهيل مساهمته داخل الشبكة الباطنية التي تسمح لأعضاء كامبريدج بالتواصل خفية فيما بينهم ومع أعضاء لندن وأكسفورد، كان لزاماً عليه اتخاذ اسم مستعار. ومن جديد، رسم له ميخائيل سنديفوجيوس الطريق؛ فقد اتخذ هذا الأخير لنفسه اسماً مستعاراً «مبتذلاً» في البداية، هو سنسوفاكس Sensophax وعوضه بجناس تصحيفي لاسمه هو Divi leschigenus amo وخصوصاً Angelus doce mihi jus (أيها الملاك، علمني الحقّ). سيتعرف نيوتن على أسرار الجناس التصحيفي. مثلاً، يمكن انطلاقاً من لفظة vitryol الحصول على الجناس التصحيفي التالي عبر إعادة ترتيب الحروف: L'or y vit (الذهب يحيا فيه)

وهو ما يتضمن رسالة خفية. ولمعت فكرة في ذهن نيوتن؛ فاسمه المعبر عنه باللاتينية هو إزاكوس نيوتونوس Isaacus Neuutonus وهو يشمل 16 حرفاً، لذلك استخلص منه الجناس التصحيفي الآتي: ieoua sanctus unus (يهوه القديس الوحيد) الذي يعبر مدلوله الديني بشكل كبير عن المعتقدات الباطنية للرجل. وعبر هذا الاسم المستعار أصبح يلتقي بالمؤيدين الذين كانوا يحملون بدورهم أسماء مستعارة مثل: «Mr Petty»، «W. S.»، «Mr»[27]، «Mr Gassend». كما أصبح يتردّد كثيراً على بلدة راغلي Ragley بمقاطعة الميدلاندس Midlands وهي على بعد حوالي 100 ميل غرب كامبريدج. فقد كان هنري مور «صديقاً حميميا» لآن فينش Anne Finch، أخت تلميذه السابق جون فينش، والتي أصبحت تحمل اسم الفيكونتيسة كونوي Conway بعد زواجها؛ وكانت عائلة كونواي تملك منزلاً ريفياً براغلي، حيث كان المؤيدون يجتمعون سرياً، بعيداً عن أعين وآذان الفضوليين المشبوهين. وكان مور، المعلم المشرف على الجلسات، صارماً تجاه الخيميائيين. ففي السنوات الماضية قام بطرد أحدهم وهو فردريك كلوديوس من البلدة، علماً بأنه جاء خصيصاً لمعالجة السيدة كونوي التي كانت تعاني من صداع دائم بالرأس. وقد كتب إليها

مور قائلاً: «إن كلوديوس هذا أثار سخطي بشكل يفوق الوصف. ومن المؤكد أنه يعتبر من أكبر النصابين الحقيرين الذين وضعوا أرجلهم بالأراضي الإنجليزية. ويصيبني المرض كلما تذكرته، كما تنتابني حالة القيْء عندما أفكر في هذا الطبيب اللئيم» [28]. لذلك، كان يرفض مجيء «المتحمسين» إلى راغلي، وهم المهووسون والمتوهمون وغيرهم من ذوي الحماس المفرط، الذين يؤاخذهم على ممارسة فنهم من دون اعتماد على العقل، علماً بأن هذا الأخير هو «نور الله». وقد عبر عن ذلك قائلاً: «إنني أقصد بالعقل، الاستعداد المتروّي والمتأني للروح، حيث تشك في كل حركة طائشة، ناجمة عن نزوة تسعى إلى الحصول على الموافقة قبل أي فحص متبصّر» [29].

وبالفعل، شكل الارتياب والحذر طبيعة ثانية لدى نيوتن، لذلك كان يتصف بكل ما يرضي توقعات زملائه الجدد. إلا أنه سيسعى إلى كسب ودهم في مجال آخر هو الدين.

الهوامش

1) E. Philalethes, *Secrets reveald, or An Open Entrance to the Shut Palace of the King, op. cit.*, p. 24.

2) R. Boyle, *Certain Physiological Essays and other Tracts,*

Londres, 2ème ed. 1669.

وهي الطبعة التي كان نيوتن يتوفر عليها. أما التجربة المعنية فلم تكن واردة في الطبعة الأولى الصادرة سنة 1661.

Cf. B. J. Teeter Dobbs, *The Foundations of Newton's Alchemy,* Cambridge University Press, Cambridge, 1965, trad. Fr. *Les Fondements de l »Alchimie de Newton,* Guy Trédaniel, ed. de la Maisnie, Paris, 1981, p. 182, n. 23.

3) R. Boyle, *Of Formes, op. cit.,* p. 299.

4) De formule chimique $HgCl_2$

5) MS Don., b. 15, f. 4r.

6) Keynes MS 55, f. 3r.

7) أنتج «خليطاً» في الواقع، أي «مزيجاً» من الزئبق والمعدن المستعمل.

8) كان اختيار الموظفين *dokimasia* في اليونان القديمة عبارة عن تجربة يخضع لها المواطنون المهيأون لمزاولة وظائف سياسية. وبالمماثلة، كان الخيميائيون يستعملون لفظة عدانة docimasie للتعبير عن المعادن المستعملة لتحديد حمولة (عيار) مركب معدني من المعدن النفيس (الذهب أو الفضة عموماً).

9) M. Maier, *Examen Fucorum Pseudo – Chymicorum detectorum et in Gratiam Veritatis Amantium succincte refutatorum,* Francfort sur – le – Main, 1617.

10) Gesamthochschul – Bibliothek, Landesbibliothek und Murhardsche Bibliothek der Stadt Kassel, 2 Ms chem. 11(1, ff. 47r – 64r, f. 47v).

وقد عُرض سلم مايير في كتاب *الخيمياء وفلسفة عصر النهضة*، مرجع مذكور، ص. 323.

11) M. Maier, *Atalanta fugiens,* Oppen heim, Francfort, 1618.

هناك أشياء مهمة يمكن ذكرها بخصوص مايير. مثلاً، مجهوداته «لتمصير» الخيمياء أو قدراته بوصفه «خيميائياً موسيقياً». وبالفعل، فقد أصدر كتاباً حول «الكوسمولوجيا الموسيقية». ونشير بهذا الصدد إلى أن كتاب الأطلنطية الهاربة يتضمن المسارات الثلاثة الممثلة للزئبق والكبريت والملح.

12) B. Valentinus, *Curus Triumphalis Antimonii,* Toulouse, 1646.

13) يطلق اسم ريغولوس Regulus أيضاً على نجمة براقة جداً ضمن كوكبة نجوم الأسد.

14) B. Valentinus, op. cit., trad. Ang. *The Triumphal Chariot of antimony,* 1685, réimpression Stuart, Londres, 1962, pp. 175 – 176.

15) Keynes MS 64, f. 4r (en latin).

16) M. Sendivogius, *La Nouvelle Lumière chymique, Enigme philosophique, Dialogue de Mercure, de l'alchimiste et de la Nature, 1ère ed. 1604.*
رغم أن هذا العمل منسوب في العادة إلى سنديفوجيوس، إلا أنه على الأرجح من تأليف ألكسندر سيثون A. Sethon المتوفى سنة 1603.

17) Ibid., p. 5

18) B. Valentinius, op. cit., vol. 5, n. 43.

19) Keynes MS 19, f. 1r.

20) Ibid., f. 3r.

21) I. Newton, *Collectiones ex Novo Lumine Chymico quae ad Praxin spectant(et)Collectionum Explicationes,* Keynes MS 55, ff. 11v- 12r.

22) MS Add. 3975, f. 42r.

23) Keynes MS 64, f. 4r.

في الصفحة نفسها توجد يد أخرى تشير إلى عبارة «زئبق الفلاسفة» Mercurius philosophorum.

24) Notamment dans *La nouvelle Lumière Chymique, op. cit.*

25) Keynes MS 19,f. 4v.

26) وهي استعارة استخدمها جان ديسباني في القاعدة 53.

27) هو على الأرجح السيد وليام بيتي، أستاذ علم التشريح بأكسفورد وأحد الأعضاء المؤسسين للجمعية الملكية.

28) Lettre de Henry More à Lady Conway, 24 avril 1654, reproduite dans *Conway Lettzrs, The Correspondance of Anne, Viscountess Conway, Henry More and their Friends, 1642 – 1684, Oxford University Press, 1930, p. 94.*

29) H. More, *Enthusiasmus Triumphatus, 1662, p. 38.*

خروج نيوتن من الظل

المبادئ المنفعلة والمبادئ الفاعلة

كان نيوتن مقتنعاً بأن أنبياء الزمن القديم يعلنون عن نبوءاتهم بلغة رمزية. وفي نظره إذا كان موسى ومن جاء بعده من الأنبياء قد دونوا تاريخ الإنسانية الأولى في التوراة، فإن *كتاب دانيال* و*كتاب القيامة* ليوحنا، أعلنا عن التاريخ *الآتي*. فهذان الكتابان أسسا علاقة فعلية بمغامرات الإنسانية في المستقبل، وما علينا إلا أن نتعلم كيفية فك رموز النبوءات بشكل صحيح لكي نعرف المستقبل؛ «ذلك أن اللغة الروحية الرمزية تقوم على المماثلة بين العالم الطبيعي والعالم السياسي»، كما أن الكلمات والصور المستعملة من لدن الأنبياء تحمل معنى بالضرورة. وبالفعل «إذا كنا لا نستطيع فهم لغتهم، فما الحكمة من وراء تبليغها إلى البشر؟ (...) فيوحنا لم يكتب بلغة خاصة ولا دانيال ولا عيسى (...) لأنهم جميعهم كتبوا باللغة الروحية نفسها التي كان يعرفها بدون شك أتباع الأنبياء، مثلما كان الكهنة المصريون يعرفون الرموز الهيروغليفية».

لهذا، يتعين بخصوص كل صورة من الصور التي

يستعملها الأنبياء، «تحديد دلالة وحيدة» ما أمكن، وفي جميع الأحوال وضع دلالة «مؤكدة ومحددة». وستشكل مجموع الدلالات المحددة شبكة لفك الرموز، تسمح بترجمة اللغة الروحية بألفاظ واضحة لا لبس فيها»[1]. وقد وضع نيوتن بالمعجم تقابلاً بين عناصر العالم الطبيعي المتجلية في نصوص الأنبياء والعناصر النوعية لما دعاه بالعالم السياسي. فالوحشان الأولان بكتاب *دانيال* يمثلان منطقة بعيدة عن نهر الفرات؛ والفهد والتيس يمثلان الإمبراطورية الإغريقية القريبة منه؛ أما الوحش بعشرة قرون فيمثل الإمبراطورية اللاتينية الخ... وبمجهود كبير استغرق منه سنوات عديدة، تمكن من إنجاز نص جمع فيه مختلف المعلومات المتوفرة لديه وأضاف إليها مصادر عديدة كملحقات، شملت تعليقات آباء الكنيسة وابن ميمون[2] وكاتبي الأساطير الإغريقية الكبرى والكلدانيين و*تعبير الأحلام لأرتميدور الإفيسي* Artémidore d'Ephèse [3] ونصوص الشعراء والمسرحيين القدامى؛ شيء غاب عن اهتمامه اليقظ. هكذا، برز أمامه تاريخ 15 أو 20 قرناً، بما في ذلك فساد الكنيسة والتقديس البابوي والتمرد البروتستانتي.

تابع نيوتن «قراءة» كتاب الطبيعة، بتزامن مع تفكيكه لرموز الكتابة المقدسة، فقراءة الكتابين كانت تهدف إلى

الغاية نفسها، حيث كان يبحث في الكتاب المقدس عن كلام الله وكان يسعى إلى إدراك حضوره الحي بفضل التجارب. لذلك، كان لزاماً عليه إيجاد «المفتاح» الذي يسمح له بترجمة النصوص الغامضة لأصحاب التجارب الهرمسية، عبر العمليات الطبيعية القابلة للتحقق بالمختبر. وسيحتفظ بآراء 19 من ذوي «السلطة» المعرفية مثل مورنيوس Morenius وهرمس وطوماس الأكويني وروجي بيكون Roger Bacon وروزينوس Rosinus الخ... كما سيشطب على اسم أحد المؤلفين من لائحته، مبرراً ذلك بقوله: «أعتقد بأنه ليس مريداً». في هذا الإطار، اكتشف في المجلدات الستة التي يتكون منها كتاب *المسرح الكيموسي*، العناصر التي بدت له أشد أهمية. وفضلاً عن ذلك، اقتنى عملين مهمين ضمن الأدبيات الخيميائية وهما *فن التذهيب* (حول فن صناعة الذهب) في ثلاثة مجلدات و*المتحف المستغلق*. ونسخ بعناية *الكتاب السري لأرطيفيوس* ورسالة جون بونتانوس J. Pontanus التي تعرّض فيها هذا الأخير لكتاب أرطيفيوس وكذلك كتاب ميخائيل مايير *رمز المائدة الذهبية للأمم الاثنتي عشرة*. كما سجل على الخصوص المقادير التي يوصي بها مختلف المؤلفين في العمليات التي يقومون بها. ونظراً لاهتمامه

بمسألة الدقة، وضع لائحة من المبادئ، عددها 47 مبدأ مستمدة من قراءاته، تلخص التعاليم المقدمة لإنجاز العمل. حاول نيوتن أيضاً فك رموزها الأكثر غموضاً، كما هو شأن العبارة التالية: «في ما يتعلق بأوكسيد المغنسيوم أو الأسد الأخضر، فهو يدعى برومثيوس والحرباء وأيضاً الخنثى»[5]. ولأنه كان واثقاً من تضمن خيمياء القدامى للحقيقة التي يبحث عنها، فإنه وضع لائحة من *المقترحات* المبنية انطلاقاً من الاستشهادات الموجودة بكتاب *المسرح الكيموسي*. مثلاً: «إن الفاعل الحيوي المنتشر في كل الأشياء بالأرض واحد ووحيد؛ ألا وهو روح الزئبق الدقيق إلى أقصى حد، المتبخّر نحو الأعلى والمنتشر في كل مكان. وتُعتبر الطريقة العامة لعمل هذا الفاعل واحدة في كل الأشياء، أي أنه يدفع إلى الفعل من طرف حرارة خفيفة، لكنه يتلاشى بفعل الحرارة القوية. كما نجده على هيئة معدنية بكثرة داخل أوكسيد المغنسيوم؛ وعن هذا الجذر الوحيد تنبثق كل أنواع المعادن. كذلك أمر اللاحق»[6].

بعد ذلك، صاغ بحثاً ثانياً في الموضوع نفسه، يُعرف اليوم بعنوان *النمو النباتي للمعادن*، حيث أكد فيه على ما يلي: «كل الأشياء قابلة للفساد وبإمكان كل الأشياء أن تولد، وحدها الطبيعة تشتغل على المواد الرطبة بحرارة

خفيفة»[7]. وفي الوصف التالي، يقارن الأرض «بحيوان كبير أو بالأحرى بنبات جامد، يستمد من التنفس *الأثيري* انتعاشه اليومي وخميرته الحيوية وينضج من جديد، بحيث تتصاعد منه روائح قوية (...) وربما كانت هذه الروح (أو الأثير) هي جسم النور، لأنهما يتوفران معاً على مبدأ فاعل بشكل هائل ولأنهما يعملان من دون توقف».

لم يعد هناك مجال للشك بالنسبة إلى نيوتن، «فأعمال الطبيعة إما نباتية أو آلية خالصة». وقد سمحت له هذه القناعة في النهاية، فضلاً عن تأثير كتابات مور عليه، بتوجيه ضربة عنيفة إلى الفلسفة الميكانيكية لديكارت. «فإذا كان بإمكان الاجتماع أو الانفصال الآليين للجزيئات» إنتاج تغيرات توهم بحدوث تحولات عميقة، فتوجد «إلى جانب التغيرات المحسوسة (المدركة من طرف الحواس)»، طريقة سرية أكثر، دقيقة ونبيلة، للاشتغال داخل النمو النباتي (الضروري لقيام كل الأشياء)» والذي تتميز إنتاجاته عن الإنتاجات الأخرى»[8].

يجد هذا التمايز تفسيره في كون المقر المباشر لهذه العمليات ليس هو «كتلة المادة برمتها»، بل بالأحرى «جزء من المادة الدقيقة إلى أقصى حدّ والصغيرة بشكل لا يتصور، تنتشر عبر الكتلة، بحيث إذا انفصلت عنها أصبحت عبارة

عن أرض ميتة وهامدة».

باختصار، يجب تعويض العلم الميكانيكي بفلسفة طبيعية معمقة، تبرز *المبادئ الفاعلة*، القادرة على تحريك الجزيئات لتباشر حركتها. هكذا، ستبرز الحقيقة التالية بوضوح أمام نيوتن وهي أن النفس الإنسانية قادرة على تحريك الجسد؛ كذلك يتصف الله بالقدرة على تحريك المادة. فهذه الأخيرة كتلة منفعلة، يحركها مبدأ فاعل.

منظار مجهز بمرآة

لم يكتف نيوتن بتعميق تجاربه الخيميائية في مختبره وبغرف منزله، بل بين الفينة والأخرى كان يمارس هوايات تذكره بطفولته؛ وبفضل مهارته اليدوية، وتوفره على تجهيزات أفضل تمكّن من اختراع منظار فلكي. قبل ذلك بعشر سنوات، ابتكر عالم الفلك الأسكتلندي الشاب جيمس غريغوري J. Gregory آلة بصرية جديدة أطلق عليها اسم «المنظار العاكس» أو «المنظار المجهز بمرآة». وبعد أن وصف اختراعه في مبحث بعنوان *تقدم البصريات* نشره سنة 1663، حاول، وإن بدون جدوى، وضع نموذج له لدى صانع أدوات مشهور بلندن. وكان نيوتن قد درس مبحث غريغوري خلال استراحته الإجبارية بوولستروب،

خلال فترتي انتشار وباء الطاعون الفتاك، كما درس مباحث أخرى متعلقة بالبصريات، خصوصاً أعمال روبير هوك والأب اليسوعي الإيطالي غريمالدي.

تبيّن لنيوتن بأن من اللازم أن تكون مرآة المنظار المرتقب صقيلة بما فيه الكفاية، حتى تعكس الضوء بشكل ملائم. هكذا، قام بصنع مرآة ابتكر تركيبها (من النحاس والزرنيخ والقصدير) وقطعها وصقلها وأنجز حاضن آلة لمراقبة النجوم يسمح بمتابعة الحركات الظاهرة بالسماء. كان قطْر المنظار لا يتعدى بوصة وطوله ست بوصات. وطبعاً لم يكن عبارة عن آلة حقيقية للملاحظة (فقد كانت المرآة قابلة للكسر وللصدأ وكان من اللازم صقلها كل مرة). ومع ذلك، فإن أعضاء الجمعية الملكية سمعوا بخبر المنظار في شهر ديسمبر/ كانون الأول 1671 وطلبوا معاينته.

هنا ستبرز على المشهد شخصية سبق أن التقينا بها، ستلعب دوراً حاسماً في بقية حكايتنا. ففي سنة 1671، كان هنري أولدنبورغ H. Oldenburg يبلغ من العمر 45 سنة، إذ ازداد بمدينة بريمن Brême الإمبراطورية الحرة سنة 1626. وكان قنصلاً بلندن في عهد شارل الأول، كما حافظ على منصبه بعد إعدام هذا الأخير. لكنه سيفقد المنصب المذكور بعد ذلك وسيقدم خدماته إلى لورد شاب بأكسفورد، مما

سيسمح له بالتواصل مع أعضاء المعهد السري. وعندما تحول المعهد إلى جمعية ملكية، عين أولدنبورغ مساعداً لكاتب هذه الجمعية وأحرز على لقب «سكرتير مساعد». في غضون ذلك، بعث برسالة تقريظية ومطمْئنة إلى نيوتن جاء فيها: «سيدي، إن عبقريتكم هي السبب في كتابة هذه الرسالة من لدن شخص لا تعرفونه. فقد عبّرتم عن نبل موقفكم عندما أخبرتم فلاسفة الجمعية باختراعكم لمنظار سميك ومدغم. وبعد أن تم فحصه على يد أبرز المتخصصين في علم البصريات وصناعتها، أقر هؤلاء بأهميته واعتبروا أن من الضروري اتخاذ بعض الإجراءات لحفظ هذا الاختراع من تطاول أيادي الأجانب عليه» [9]. وأضاف السكرتير المساعد قائلاً إن فلاسفة الجمعية قرروا في هذا الإطار «رسم خطاطة لهذا النموذج الأول ووصف كل أجزاء الآلة وفعاليتها». فضلاً عن ذلك، بعث السكرتير المساعد برسالة رسمية إلى السيد هيجينز Huygins بباريس يخبره فيها بهذا الاختراع «تفاديا لكل ادعاء غير مبرر من الأجانب».

من جهته، قام هوك الذي كلفه أعضاء الجمعية بإنجاز بعض التجارب كل أسبوع، بفحص المنظار وذكر بأنه صنع سنة 1666 واحداً شبيهاً له وبنفس الفعالية، لكنه أصغر

حجماً. هذا مع العلم بأنه لم يكن الوحيد الذي اهتم بهذه المسألة، فقد «فكر» كل من جيمس غريغوري بأدنبرة Edimbourg والفرنسي كاسغران Cassegrain في المنظار المجهز بمرآة [10]؛ وعبر لأولدنبورغ عن شكوكه بخصوص أول مخترع لهذه الآلة.

لكن أولدنبرغ لم يقتنع بهذا الرأي وبعث برسالة جديدة إلى هيجنز مرفوقة بملحق وصية جاء فيها: «كالمعتاد فإن المبتكرين الحقيقيين تسلب منهم اختراعاتهم الجديدة ومساهماتهم، على يد مساعدين ينسبونها لأنفسهم» [11]. وعندما توصل هيجنز بوصف الآلة وهو بباريس، عبرعن إعجابه «بالمنظار الرائع للسيد نيوتن» [12].

في الوقت نفسه، تحدث بارو عن هذا الإنجاز في محيط الملك شارل الثاني، فطلب هذا الأخير رؤيته. وباقتراح من أسقف ساروم، سيط وارد Seth Ward، انتخبت الجمعية الملكية بتاريخ 11 يناير/ كانون الثاني 1672، نيوتن عضواً كامل العضوية بها. وهذا المنظار معروض حالياً بمكتبة الجمعية الملكية وقد من دون تحته ما يلي: *اخترع من قِبل السيد إسحاق نيوتن وصنع بيديه سنة 1671.*

كيف كان رد فعل نيوتن على كل هذه المواقف المثيرة؟ سيجيب أولاً على رسالة أولدنبورغ قائلاً: «اندهشت عند

قراءتي لرسالتكم، بمعرفة مدى حرصكم على مصلحتي من خلال صيانة ابتكار لم يحظ لديَّ بأي اهتمام يذكر إلى حد الساعة»[13]. (وهو ما يعني بوضوح: «شكراً لكم؛ لكن الله يحميني، وهو أول من أراد أن أقوم بهذه الاختراعات قبل الآخرين؛ وأنا لا أحتاج إلى رعايتكم!»).

كان هذا الهدوء ظاهرياً فقط. فبعد مرور شهر على هذه الأحداث، بعث نيوتن برسالة جديدة إلى السكرتير المساعد، يقترح فيها على الجمعية «القيام بفحص تقرير الاكتشاف الفلسفي الذي أدى إلى صنع المنظار المذكور! وأنا لا أشك في أن فائدته ستكون أكبر منه كآلة، لأنه في نظري أعجب إن لم أقل أهم إعلان صدر حتى اليوم، حول عمليات الطبيعة»[14]. هكذا اتخذ قراره الخطير. فبتاريخ 6 فبراير شباط 1672، تلقى هنري أولدنبورغ رسالة يعلن فيها نيوتن كما وعد بذلك، عن «اكتشافه الفلسفي» الذي يتلخص أساساً في ما يلي: «إن الأبيض هو اللون المألوف للضوء، لأن هذا الأخير هو تركيب غير متجانس لأشعة مختلفة الألوان، تقذف بشكل غير منتظم من مختلف نقاط الأجسام المضيئة»[15]. في الرسالة نفسها، سيشير نيوتن باقتضاب إلى الأعمال التي أعلن عنها روبير هوك سبع سنوات من قبل، في كتابه *علم التجهير*، «كما تبدو معقولية

(النتيجة غير المتوقعة) من خلال تجربة تحدث عنها السيد هوك في عدة صفحات من مؤلفه (المذكور)». وهذه إحالة غير دقيقة على تجربة لم يدرك نيوتن بعد مراميها! فإذا كان اكتشافه لطبيعة اللون الأبيض مهماً وأساسياً، فإن الأمر نفسه ينطبق على اكتشاف هوك المتعلق بمرور الضوء عبر موجة دقيقة. وبالفعل، فإن هوك حدد ظاهرة تداخل الأشعة الضوئية، على أساس تجربة متينة (انظر المقطع بعنوان: استخدام نيوتن للموشور) وهي الظاهرة التي تشكل، مثلها مثل تركيب الضوء عبر أشعة مختلفة الألوان، إحدى الخصائص الأساسية للضوء.

قرأ هوك رسالة نيوتن واكتشف بسرعة حدود نظرية الألوان لدى أستاذ كرسي لوقا. إثر ذلك، صاغ تعليقاً أكد فيه بأن الملاحظات الواردة في «الخطاب الممتاز للسيد نيوتن، ممتعة وعجيبة (...) ومن المؤكد أنها صائبة لكونها توافق مئات الملاحظات التي قمت بها بنفسي»[16]. غير أن نيوتن بتأكيده بجسارة على أن الضوء مكون من «أشعة» هي عبارة عن جسيمات، استخف «بكل التجارب والملاحظات التي قمت بها إلى يومنا هذا وكذلك بالتجارب التي ذكرها»؛ وهي تفيد على العكس بأن «الضوء عبارة عن ذبذبات أو حركة منتشرة في وسط

منسجم وشفاف ومنتظم».

شعر نيوتن بغضب دفين، إلا أنه تجرد من كبريائه وكتب جواباً مهذباً حسب الإمكان، جاء فيه: «بعد فحص ملاحظات السيد هوك على بحثي، شعرت بالسعادة من كون ملاحظ دقيق مثله، لم يذكر شيئاً يمكن أن يعيد النظر في أي جزء مما قدمته»[17]. مباشرة بعد ذلك، سيتفاقم النزاع وسيشمل القارة الأوروبية برمتها. وانحاز هيجنز بمعقله بهولندا إلى صف نيوتن، قبل أن يغير رأيه وينضم إلى الصف المناهض له، وذلك على أساس خلاف في القناعات لا بفعل حقد تجاهه. أما هوك، فإن المسألة بشأنه أعقد من ذلك. فقد اكتشف، وكان محقاً في تركيزه على هذه النقطة، بأنه لا يمكن الاكتفاء كما يريد نيوتن بتفسير الضوء انطلاقاً من الجسيْمات فقط، لأنه يبين عن خصائص يمكن تفسيرها بشكل أفضل بـ «التذبذبات المدارية».

من جانب آخر، شعر بالحيرة أمام تصلب موقف نيوتن؛ فأستاذ كرسي لوقا لم يكن على ما يبدو مستعداً لتقبل أي نقد، سواء صدر عن هوك أو عن هيجنز المنفتح على أفكاره بالرغم من كل شيء؛ ذلك أن رد فعل نيوتن ظل هو الرد نفسه الصادر عنه أثناء إصدار أعماله حول التركيب الكيميائي. ففي نظره كيف يمكن لشخص آخر ادعاء

اكتشاف حقائق الأشياء التي اختير بمفرده لاكتشافها؟

حَجَر الفلاسفة

انزوى نيوتن بعيداً عن العموم، بعد خيبة أمل خروجه العلني السابق لأوانه، وتعلم كيف يصمت من جديد. لقد كان انزواؤه ضرورياً، خصوصاً وأن تجاربه حول الموشورات وصناعة منظاره دفعته إلى الاشتغال على مادة تكتسي أهمية كبيرة لدى الخيميائيين هي مادة الزجاج. سيكتشف نيوتن سريعاً اسم الشخص الذي بلور نظرية حول هذه المادة، وهو غيوم سيداثير Guillaume Sedacer الراهب الكرملي الكتالاني الذي انضم في أواخر حياته إلى حاشية الابن الثاني لملك إسبانيا جان الأراغوني. وكانت راعية مصالحه كونستانس الأراغونية تقطن بفيش Vich على بعد خمسة كيلومترات شمال برشلونة، حيث تم بتلك القرية إنشاء مصنع للزجاج. وقد كتب سيداثير في بحثه الصادر سنة 1382 تحت عنوان *فحص الفن الكيموسي برمته*، ما يلي: «إن عملي هو نتاج فحص دقيق للفن الكيموسي برمته؛ وقد تم إنجازه عبر اختيار الجوهر الحقيقي لأفكار الفلاسفة والخيميائيين المعترف بهم»[18]. فكيف لا ينجذب المرء إلى هذا الإعلان، خصوصاً عندما يكون مثل

نيوتن، منشغلا بإتقان معارفه الخيميائية؟

كان سيداثير مهتما أساساً بواقع كون الزجاج مادة شفافة وغير قابلة للفساد، أو هي «حجر قابلة للتحويل» حسب تعبيره، تولد عن *الرماد* بتأثير النار. فلصنع الزجاج، يجب أولاً تحويل *نبات الأشنان* أو *نبات الفوقس* إلى رماد للحصول على كربونات الصوديوم وإلى رماد نبات السرخس والخشب للحصول على كلورير البوتاسيوم. ويضاف إلى كميتين من هذا «الملح المرّ» كمية من الرمل الأبيض المأخوذ من السيول وكمية من الماء لصنع عجين يوضع في الفرن مدة ثلاثة أيام. بعد ذلك، يقوم العامل الذي يراقب عملية الطبخ من خلال «كوة» الفرن، بقشط الرغوة عبر فترات منتظمة، بغرض إزالة فائض الملح؛ «وعليك أن تختار (أي تزيل) هذا الملح القلي عندما يكون في بطن أمه»[19]. وفي نظر سيداثير، فإن «الملح المر»، الذي يدعوه «بنفس العذراء المتنامية»، هو بمثابة «أم» ملح القلي الذي يوجد «داخل بطنه» بالقوة، ما دام هذا الملح ينبعث أثناء الانصهار مع الرمل.

عند نهاية العملية، يقوم صانع الزجاج بتنقية العجين لإزالة الفقاعات. هكذا ينبثق الفينق من الرمل والرماد، كما أن الحجر الشفاف وغير القابل للفساد، الناجم عنهما

«يقاوم الزمن والماء والنار ويلعب بالضوء والألوان ويصنع بالنفخ». فكيف لا نعتبر ذلك «عملاً فنياً حقيقياً» وأيضاً «صورة لتحول كل من المادة والروح، فيما وراء الموت كمرحلة ضرورية»[20]؟

الزجاج حسب هذا الكطالاني هو إذاً أكثر من «مجرد زجاج»، وبوصفه خيميائياً متمرساً سيعبر عن ذلك بلغة مرموزة، حيث سيدعو الحجر المستخرج من النار بـ«الحجر الذي ليس بحجر»، أي سيدعوه باختصار حجر *الفلاسفة*[21].

بمتابعته لأعمال سيداثير، المتعلقة أيضاً «بصباغة» المعادن والأحجار الكريمة، اكتشف نيوتن بأن هذا الخيميائي أسس نظريته على المعطيات التالية:

1) إن الخيمياء علم مقدس وباطني؛ ويعتبر كشف أسراره لمن لا يستحق ذلك، من الأمور الخطيرة.
2) إنها علم الطبيعة، فهي فن يسمح من جهة بتحقيق كمال المعادن، ومن جهة أخرى بصناعة مادة تشفي المرضى وتمنح الشباب والقوة.
3) تحدَّد كل مادة بمجموعة من المعطيات المتضمنة لأربعة عناصر وأيضاً لأربعة أمزجة (اثنان منها ذكران وهما الصفراء والدم، واثنان أنثويان وهما

البلغم والسوداء) وأربع كيفيات (وهي الحار والبارد والجاف والرطب) وأربعة ألوان (هي الأبيض والأسود والأصفر والأحمر) وأربع روائح (هي الرائحة الزكية والكريهة والقوية والضعيفة). فضلاً عن ذلك، تمتزج كل هذه المعطيات وفق ثلاثة أبعاد، فالارتفاع يقابل «المتجلي» والعمق يقابل المخفي والعرض يشارك الوسط. هكذا، إذا كان جسم ما تراباً في الارتفاع، أي كان بارداً، جافاً، سوداوياً، أحمر، حمضياً، كريهاً وأنثوياً، فإنه سيصبح ناراً في العمق، أي حاراً، رطباً، دموياً، أصفر، لطيفاً، زكياً ومذكراً. وتتلخص «ممارسة» سيداثير التي تجمع بين *التأمل والتجربة*، في العبارة التالية: «هناك وسيلة واحدة وسبيل واحد وغاية واحدة للجميع»[22].

بعد أن سجل نيوتن كل ذلك، رسم «الحجر – اللا حجر» على شكل عجلة بسبعة فروع، بحيث يشكل أحد الكواكب السماوية مركزها. ويقترن مزاج خاص بالعجلة، حسب الكوكب المنتقى؛ بل إن نيوتن حدد أيضاً اللون الذي يجب استعماله بالنسبة لكل عنصر من عناصر الرسم. وقد لقي هذا التأويل المجازي لحجر الفلاسفة دعماً قوياً، عندما تعرّف نيوتن على عمل عملاق خيميائي آخر،

كانت قدراته في هذا المجال غير معروفة، وهو تيكو براهي Tycho Brahe.

علم الفلك الأرضي

في شهر أكتوبر/ تشرين الأول من سنة 1587، بعث كريستوف روثمان C. Rothman العالم الرياضي ببلاط الأمير الألماني مورتز فون هيسين كاسل M. V. H. Kassel الذي أحدث كرسي «الكيمياء» بجامعة ماربوغ Marbourg، والذي شمل ميخائيل مايير برعايته، برسالة إلى صديقه العالم الفلكي تيكو براهي، يسأله فيها عن رسمين بارزين في كل المؤلفات التي أصدرها هذا الأخير بمطبعته. وجاء في الرسالة ما يلي: «وجدت بوجه الغلاف صورتين إحداهما متعلقة بعلم الفلك والأخرى بذلك الفن الذي ندعوه بـ «الفصل والوصل» spagyrique. ولاحظت بجانب كل صورة عبارة مدونة؛ فبجانب الأولى توجد عبارة «عندما أنظر إلى الأعلى، أنظر إلى الأسفل»، وبجانب الثانية توجد عبارة «عندما أنظر إلى الأسفل أنظر إلى الأعلى». لقد اعتقدت بأنك تريد التلميح ربما إلى أن فن الفصل والوصل يشمل التأمل في الطبيعة والعالم، وأن هذا الفن يتوفر مثل علم الفلك على كواكبه الخاصة (..).

وإذا كان الأمر كذلك، فأنا أريد قبل كل شيء معرفة ماذا تقصد في الفن المذكور بالشمس والقمر وزحل والمشتري والمريخ والزهرة وعطارد؟ وماذا تقصد أيضاً بالعناصر؟»[23].

أجابه تيكو بتاريخ 17 أغسطس/ آب 1588 قائلاً: «يشمل فن الفصل والوصل دراسة الطبيعة برمتها (...) وهو بمثابة مدخل *لعلم فلك أرضي* ممتع ولا يخلو من فائدة. وبالفعل، فإن الكواكب السبعة بالسماء تقابل المعادن السبعة وأيضاً (...) الأعضاء الرئيسة السبعة لدى الإنسان. هذه المعطيات مترابطة في ما بينها، بفعل تشابه جميل ومتناغم، بحيث تبدو وكأنها تقوم بالوظائف نفسها وتتوفر على الخصائص والطبائع نفسها (..)؛ فالشمس والقمر يقابلان أثمن المعادن وهما الذهب والفضة؛ وأكثر الأعضاء حيوية وأهمية وهما القلب والدماغ. كما يقابل المشتري والزهرة القصدير والنحاس والكبد والكليتين (..) ويقابل عطارد الزئبق الأرضي أو الزئبق باختصار والرئتين»[24].

تتمثل دراسة علم الفلك الأرضي إذاً في البحث عن هذه التقابلات وفي توسيعها لتشمل كل مجالات الطبيعة. وتلك هي المهمة التي قرر نيوتن التفرغ لها من الآن فصاعداً.

المقاطع اللفظية السحرية

في سنة 1672 حصل المبجَّل إسحاق بارو، كاهن الملك، أخيراً على منصب مدير معهد ترينيتي! غير أن ذلك لم يمنعه من الاستمرار بإحاطة الأعمال التي كان يقوم بها نيوتن في سرية، برعايته الشاملة؛ وأكثر من ذلك، ساعده على اقتناء مبحثيْن صغيريْن وهما *العناصر السحرية والأبجدية الكيموسية* وكانا متضمنين في كتاب *شرح الصيدلة الكاثوليكية* الذي نشره جون دو مونتي المعروف بمونتي– سنايدرس Monte – Snyders من دون ذكر مؤلفه [25]. وكعادته، قام نيوتن بنسخ المبحثيْن المذكوريْن. كما نسخ، فضلاً عن الصفحة المعنونة والرسم الرمزي الدقيق المواجه للعنوان (مع التذكير بأن نيوتن كان رساماً بارعاً) الترجمة الإنجليزية لكتاب *تحول الكواكب* الذي نشره مونتيسنا– يدر بأمستردام[26]. فهل سيتوصل أخيراً إلى معرفة سرّ إنتاج زئبق الفلاسفة؟

ولكي نفهم طبيعة مسعاه بشكل أفضل، علينا القيام بقفزة صغيرة إلى الأمام. ففي سنة 1680، شيد الروماني النبيل مسيمليانو بالومبارا Massimiliano Palombara بأحد مداخل حدائقه المطلة على تل الإسكيلين L'Esquilin بابا من الرخام زين برموز خيميائية. ويمكننا إلى يومنا هذا أن

نرى بقائمة الباب سبع علامات/ أختام مرموزة ومرفوقة بعبارات صاغها بالومبارا بنفسه. وهذه العلامات/ الأختام هي نسخ من *المقاطع الكيموسية السبعة* التي عرضها سنايدرس في شرحه المذكور. فحسب هذا الأخير، يسمح الحرف الهجائي «البسيط» المشكل من الرموز السبعة التي تشير إلى الكواكب السبعة، ببناء تركيبي «للمقاطع». ويؤدي الوضع الملائم لهذه الأخيرة إلى تكوين «الكلمة الكونية» – المفتاح (التي يتعرف المريد من خلالها على الاسم الحقيقي لمادة الخيميائيين الأولى). ويبرز أول مقطع من المقاطع المنقوشة على الباب، العلامة المنسوبة إلى كوكب زحل وإلى الرصاص الذي يقابله حسب التقاليد التنجيمية والخيميائية. كما نجد إلى جانب هذا الرمز شعاراً يشغل ستة أسطر وهو: «*عندما تقوم الغربان السوداء/ في منزلك/ بإحداث الحمائم/ البيضاء/ آنذاك ستحظى بلقب/ العالم*»[27].

لنعمل الآن على تفكيك رموز هذه العبارات. فالانتقال من «الغراب» إلى «الحمامة»، يقابل المرحلة البدئية للإحراق والتحلّل لدى الخيميائيين؛ أما «الحمامة» فتشير إلى الأجزاء المتبخرة للمادة المحروقة بالفرن، حيث ترتفع تاركة «الغراب» في قعر الإناء بلا حراك. أما الإنسان «العالم» فهو

الذي يعرف طبيعة «الرصاص/ زُحل» ويعرف استخلاص الحمامة البيضاء البهيّة التي يتضمنها.

بعد هذه القراءة، حاول نيوتن إنجاز «*ماء الرصاص الجاف*»؛ وقدّم وصفته بلغة مشفرة يصعب تفكيك رموزها، حتى في حالة تعويض الرموز الواردة فيها بمقابلها «المقروء» (على سبيل المثال فإن الرمز (o) يمثل في «الترجمة» الواردة أسفله وزن الأوقية حسب نيوتن). وإليكم الوصفة في لغتها الأصلية:

« Sal iij evap [o] 1/4 ; Plomb 4 vel 5 [o] ; * [o] ij circiter, et per fermentationem in calido calcinabitur ex Plomb [o] ij 1/2 et calcis pondus totum erit [o] iij 1/4».

وهو ما يعني بوضوح: «3 أوقيات وربع أوقية من ملح الأمونيوم المبخر، 4 أو 5 أوقيات من الرصاص، حوالي أوقيتين من ملح الأمونياك؛ ولحصول الاختمار على النار يجب أن تكون هناك أوقيتان ونصف أوقية من الرصاص المحروق؛ وسيكون الوزن الكلي للبقية هو 3 أوقيات وربع أوقية» [28].

هكذا، ولأول مرة، سجل نيوتن مفهوماً سيكون له أهمية كبيرة في فكره هو مفهوم الاختمار الملاحظ على شكل غليانٍ للمواد المختلفة، والذي يشير إلى «أن تحولاً أساسياً تم داخل الخليط الخاضع لفعل الحرارة» [29].

مباشرة بعد ذلك، سيُربط هذا المفهوم بفكرة البنية الجسمانية للمادة. وهو ما سيشكل ثورة حقيقية بالنسبة إليه، سيعارض من خلالها النظرية الميكانيكية «لكارت Cartes»، التي تعتبر بأن كل التأثيرات الملاحظة في الطبيعة ناتجة عن «الاصطدام» بين الجسيْمات؛ مع العلم بأن الله خلق «كمية محدَّدة من الحركة في العالم» ستظل دوماً مساوية لذاتها، ما دام هو نفسه «غير معرض للتغير» (انظر المقطع بعنوان: لقاء مع ديكارت).

دفع نسْر المشتري إلى الطيران

كشف الفحص النقدي لنسخة *تحول الكواكب* إلى أي حد انخرط المريد نيوتن في البحث عن العمل العظيم. وكان لزاماً عليه إظهار الكثير من الأناة والصبر لنسخ 62 صفحة من ذلك الكتاب الرمزي، المستعصي على القراءة والمكون من 31 فصلاً. وقد درس نيوتن مقطعاً تحدث فيه مونتي سنايدرس عن «نسر» و«صولجان» المشتري، حيث جاء فيه: «تعلم المشتري ذو اللحية المليئة بالشيب، من مذنّب ومن نجمة، بأن الطبيعة المزدوجة ملكة هذا العالم، نشرت السلام بمملكتها، بفضل معونة الزئبق. وقد امتطى المشتري جناحي نسره السريع الطيران وتوجه نحو القصر؛

وبعد أن سُمح له بالدخول، أدى التحية المطلوبة حاملاً صولجانه، وركع ثم قبل رجل الملكة وعرض خدمات نسره وطالب أيضاً مثل الآخرين، بحقه في التركة وبأن تسلم إليه المملكة الخالدة»[30].

ترجم نيوتن الرموز المتضمَّنة في هذا النص بلغة كيميائية. فالمشتري هو القصدير الكيميائي، لكن ما المقصود بـ«النسر»؟ هنا سيقدم التأويل الممكن التالي: «من أجل (صنع) نسر المشتري (e) يجب القيام في المرة الثانية بخلط معادن النسر بالرصاص؛ وعندما تصبح سوداء يتعيّن العمل على غليها من جديد (f) مع البقايا (h) المستخلصة من الحديد والنحاس والماء وإضافة البقية (g) المستخرجة من النسر؛ وبذلك سيصبح هذا الأخير زئبقياً ومصفى»[31].

علق نيوتن على هذا المقطع مستعيراً بعض الملاحظات الواردة بمؤلف *تحول الكواكب*، ثم وضع سطراً تحته وكتب ما يلي: «(e) اصطدام العالمين داخل ظلمة سنايدرس (كذا)»؛ «(f) اندسّ ابن العالم الشمسي عبر السلسلة»؛ «(g)ابنة العالم المتخلى عنه»؛ «(h) ربما كان الحديد بمفرده». جرب هذه الوصفة في مختبره، لكن النتائج لم تكن مرضية. لذلك، عاد إلى مكتبه وتصور إجراءً آخر سيكون مآله الفشل أيضاً. تخيّل إجراءً موالياً، ومن جديد

فشلت التجربة؛ ثم قام بمحاولات عديدة من دون كلل. وفي الأخير توصل إلى النتيجة التالية: «إن هذا القصدير المستخرج من الرصاص المصعّد هو نسر، كما أن الرصاص بمفرده نسر آخر»[32].

وإثر تعمّقه في فهم النص، سجل الملاحظات التالية: «إنها بالأحرى معادن، لأن الرصاص (وليس دم الأسد) ابتلع الحجر بدل مشتري الرصاص، ثم لفظه. وربما سيجعل الرصاص المختمر ذلك الحجر زئبقياً من دون أدنى صعوبة، لأنه لفظه بعد ابتلاعه».

نقرأ في الأسطورة بأن الإله زحل اعتقد بأنه ابتلع ابنه جوبتر (المشتري)، في حين أنه ابتلع حجراً عوض ذلك، سيتقيؤه فور التهامه. وقد اعتبر نيوتن في هذه الفترة من مساره، بأن الكيمياء والميثولوجيا والخيمياء وثيقة الصلة فيما بينها. فالفنان الذي يمارس هذا الاختصاص، يقوم بنفس «المعركة» في الحالات الثلاث، لأنه يبحث عن أسرار الطبيعة.

الحصول أخيراً على زئبق الفلاسفة!

للحصول على زئبق الفلاسفة وفق الوصفة التي أنجزها نيوتن بعد جهود عسيرة، يجب البدء بتحضير «الزئبق

المتختر» الخالص، الذي يشكل المادة الأصلية المشتركة لدى كل المعادن. والحال أن هذا «الزئبق» حسب نيوتن، هو بكل بساطة ريغول الكحل المرصع بالنجوم الذي دعاه أيضاً بـ«ذهب الفلاسفة» أثناء تحديد وصفته. وقد بين كيف أن ظهور النجمة هو علامة على أن الحديد المستعمل في تحضير الريغول «نفسه»، «تبخر» بفضل الكحل[33]. وفي نظره، يمتلك الريغول المرصع بالنجوم «خاصية الاختمار» التي يستمدها، بفضل نجمته، من الخصائص المحلقة في الأجواء المحيطة. بذلك، أصبح نيوتن يمتلك شيئاً «معدنياً بشكل حصري». لكن هذا الأمر لا يكفي للحصول على «زئبق الفلاسفة» الحقيقي. فبعد إنتاج الريغول، ينبغي إتقانه وبالتالي «تحسين الطبيعة داخل الطبيعة، والرابطة الدموية داخل الرابطة الدموية أيضاً»[34]. يعني ذلك عملياً الدفع بالريغول المرصع بالنجوم، للتأثير على الزئبق العادي (والعكس أيضاً). وبالفعل، ألا ينتمي الكحل إلى «عائلة» الزئبق نفسها؟ وبمقتضى ذلك، ألا يُعتبر من «أقرباء» زئبق الفلاسفة؟

هكذا أصبح من المطلوب تدخل «وسيط» وخصوصاً «وساطة» *العذراء ديانا* أو «حمائمها»، «فأنت في حاجة إلى وساطة العذراء ديانا (جوهر q. e[35] الفضة الخالصة)،

وإلا لن يتمكن الزئبق ولا الريغول من الالتقاء»[36]. ولخلق هذه «الوساطة» مزج نيوتن بين أوقية من الفضة ونصف أوقية من الريغول؛ واعتبر الكتلة الهشة المحصل عليها نوعاً من «الرصاص»، «لأن الفضة المتحوّلة تتخذ هيئة كحل هشّ شبيه بالرصاص» [37].

بعد ذلك، قام «بخلط» هذه الكتلة الهشة «وألقى بها مع الزئبق العادي، داخل هون من الرخام». وقد تطلب هذا الإجراء بعض العناية للحصول على النتيجة المطلوبة. فلكي تنجح العملية، ينبغي «سحق الزئبق مدة ربع ساعة بواسطة هون من الحديد والعمل، بواسطة حمائم ديانا، على الجمع بين الزئبق المذكور وأخيه المتمثل في ذهب الفلاسفة الذي سيتلقى البذرة الروحية (وهي النار المطهرة للزئبق من كل الفضلات) عبر تدخل خاصية الاختمار»[38].

لكن، عن أي شيء يتحدث نيوتن هنا؟ إن حمائم ديانا هي الفضة التي تتصرّف باعتبارها «وسيطة». ويوصي نيوتن بمزج هذه الفضة أولاً بالريغول، كي يحولها إلى «رصاص الفلاسفة». بعدها، ينبغي «مزج» طبيعة رصاص الفلاسفة بطبيعة الزئبق العادي، بغرض الحصول على زئبق «متحرك»؛وهو ما يحدث حسب نيوتن، عندما ينقل ذهب الفلاسفة إلى الزئبق العادي، «البذرة الروحية» التي

اكتسبها من «النفْس الكونية» المحلقة بـ«الجو» والتي أكد الأفلاطونيون وجودها. «الزئبق المتحرك» المحصل عليه، قادر إذاً في نظره على إذابة كل المعادن، بما فيها الذهب. لذلك، فهو يُعتبر «زئبق الفلاسفة» الذي طالما بُذلت الجهود في البحث عنه. وقد تذكر نيوتن هذه اللحظة المجيدة من مساره الخيميائي السري، حيث كتب بعد ذلك بسنوات ما يلي: «من الضروري البحث عن المادة الخفية التي تستطيع مثل هذه الرطوبة، انطلاقاً منها وبشكل رائع، أن تذيب الذهب من دون عنف ولا ضجيج وبطريقة هادئة وطبيعية، مثلما يذوب الجليد في الماء الساخن»[39]. وسيضيف منتشياً بالنتيجة المحصَّل عليها قائلاً: «هكذا، تحصلون على المادة نفسها التي أنتجت الذهب في الطبيعة، والتي يظل مشدوداً لها، كما لو أن ذلك المولد هو أمه الحقيقية؛ إذ ليس ثمة من لوثٍ يلتصق بالذهب».

الهوامش

1) مقتطف من مخطوط لنيوتن، نشره الكاهن الإنجليكاني هورسلي Horsley سنة 1733، بعنوان: *ملاحظات حول نبوءات دانيال*.

2) يعتبر الفيلسوف والطبيب واللاهوتي اليهودي موسى بن ميمون Maïmonide (1135 – 1204م) من أتباع القبالة. ومن بين مؤلفاته نذكر: *كتاب المعرفة* (1168) و*دليل الحائرين* (1190). ففي نظره،

خلق الله العالم على ثلاث هيئات هي: «الكتابة والعدد والكلمة»؛ وأوحى إلى موسى بالقانون المكتوب بيده. وإذاً، من الضروري معرفة «الجبر المقدس» الذي يقرن عدداً ومفهوماً بكل حرف من الحروف الاثنين وعشرين من الأبجدية العبرية، لفك رموز المعنى المقدس للنصوص التوراتية. نشير أيضاً إلى أن نشأة الكون بسفر *التكوين* ترتبط بفيزياء أرسطو، كما أن الرؤية التنبؤية في الفصل الأول من *كتاب حزاقيل* تعود إلى الميتافيزيقا الأرسطية، مما يسمح بإقامة رابطة أساسية بين العلم واللاهوت.

3) Artémidore d'Ephèse, *Onirocriticon(*IIe siècle), 9 – 12, 67 – 68, trad. Du grec par le R. Père Festugière, *La Clef des songes,* Vrin, Paris, 1975, pp. 29 – 30, 172.

4) Keynes MS 19.

5) إن أرطيفيوس المعروف في الغرب بهذا الاسم، هو على الأرجح الخيميائي الفارسي الطغرائي المتوفى سنة 1122 وصاحب مؤلف *الكتاب السري حول الفن الخفي وحجر الفلاسفة. انظر:*

P. A. Riffard, *L'Esotérisme,* R. Laffont, coll. Bouquins, Paris, 1990, p. 665, n. 4.

6) Keynes MS 12, f. 1v.

7) Dibner Collection, Smithsonian Institution Library, Washington, MS 16, f. 25.

8) Ibid., f. 5v.

9) Lettre d'Oldenburg à Newton, *Correspondence, op. cit.,* 1, 73.

10) Cf. J. Poggendorff, *Histoire de la physique, op. cit., p.* 354.

11) تبنى كاتبو سيرة نيوتن هذا التصور. وعلى سبيل المثال، كتب ويستفال في كتابه بعنوان: *نيوتن* ما يلي: «لم يتشبث غريغوري أبداً بمطلبه، حيث اعترف بأريحية بأهمية مقال نيوتن حول

الألوان، مع الوقوف على الدلالة النظرية للمنظار العاكس»، المرجع نفسه، ص. 279.

12) Lettre de Huygens à Oldenburg, 3 février 1672, *Correspondence*, vol. I, p. 89.
وفي الحقيقة، فإن منظار نيوتن كان، كما رأينا، عبارة عن أداة للبرهان وليس للملاحظة.

13) Lettre de Newton à Oldenburg, 6 janvier 1672, ibid., p. 79.

14) Lettre de Newton à Oldenburg, 18 janvier 1672, ibid., p. 82.

15) I. Newton, The new Theory about Light and Colours, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, vol. 89, Feb. 19, 1672, p. 3075.

16) Lettre de Hooke à Oldenburg, 15 février 1672, *Correspondence*, vol. I, p. 110.

17) Lettre de Newton à Oldenburg, 19 février 1672, ibid., p. 110.

18) على ما يبدو، فإن سيداثير لعب بالكلمات، بخصوص عنوان مؤلفه. وبالفعل، إذا كانت الكلمة اللاتينية sedacina التي صاغها تعني «عمل سيداثير»، فإن الكلمة الكطلانية sedasser تشير إلى «صانع أو بائع الغرابيل». ويمكن أن تشير لفظة **sedacina** أيضاً إلى غربلة الخيمياء برمتها.

19) *Sedacina totius artis alkimie*, 1382, vol. 2, VI, 7.

20) P. Barthémy, Le verre dans *La Sedacina totius artis alchimie de Guillaume Sedacer, Alchimie, art, histoire et mythes, op. cit.*, p. 233.

21) تحدث سيداثير أيضاً عن «حجر الفلاسفة الأكبر» *Lapidis majoris philosophorum*.

22) نسب سيداثير هذه الجملة إلى أرسطو، انظر: *Sedacina, I*, XXII, .69

23) J. L. E. Dreyer, *Tychonis Brahe Dani Opera Omnia*, 15 vol., Copenhague, 1913 – 1929, vol. VI, p. 118, 4-18.

24) Ibid., vol. VI, pp. 144, 26-146. 27.

25) Monte – Snyders, *Commentatio de Pharmaco Catholico*, Amsterdam, 1666.

26) Yale University Medical Library, Lot Sotheby 102. J. von Monte – Snyders, *Metamorphosis*, Amsterdam, 1663(en allemand).

عمل نيوتن على تقويم هذا الكتاب قائلاً: «إن *تحول الكواكب* هو إحالة رائعة على الماهية الأولى للكواكب وللأشكال المعدنية (..)، باعتباره اكتشافاً للمفاتيح الثلاثة الملائمة للحصول على المبادئ الثلاثة».

27) في العلامة الأخيرة المنقوشة على الباب السحري، هناك ربط بين رموز معادن الكواكب ورموز ملح البارود والملح والكبريت والأمونياك. وقد كتبت بجانبها هذه العبارة: «يتمثل العمل السري للحكيم الحقيقي في فتح الأرض كي تغدق الصحة على الشعب». انظر:

M. Gabriele, *La porta del Vello d'Oro*, dans *La Porta Magica*, Fratelli Palombi, Rome, 1990 pp. 17-27.

وتوجد الترجمة الفرنسية ب:

Alchimie, art, histoire et mythes, op. cit., pp. 691-701..

28) MS Add. 3975, f. 43v.

29) ربما تأثر نيوتن بتعريف الاختمار الذي وضعه الكيميائي المعاصر له جون ويلسون والذي جاء فيه: «إن الاختمار هو الغليان الذي تتجه النفوس الساعية إلى الانفصال عن الجسد؛ وبما أنها تواجه الجزيئات المادية التي تقف في طريقها، فإنها تنتفخ وتقلل السيولة،

إلى أن تجد مسلكها».

Cité dans B. J. T. Dobbs, *Les Fondements de l'Alchimie de Newton, op. cit., p. 215.*

30) J. von Monte – Snyders, *Metamorphosis, op. cit.*, p. 11.

من المحتمل أن يكون نيوتن متوفراً على الترجمة اللاتينية (أو الإنجليزية) غير المنشورة والتي ضاعت فيما بعد.

31) الإحالات المشار إليها في النص بأحرف موجودة بين قوسين، هي من وضع نيوتن.

32) Keynes MS 58, f. 2v.

33) MS Add. 3975, f. 42.

34) Keynes MS 55, f. 3r.

35) الترخيم المستعمل من لدن نيوتن (q. e.) يعني الجوهر بشكل عام quinte – essence (انظر الهامش 5 بالفصل المعنون بالمسرح الكيموسي).

36) Keynes MS 18, f. 1v.

37) Ibid., f. 2r.

38) Ibid.

39) Keynes MS 55, f. 13r.

telegram @ktabpdf

المصْطفى

أريوس Arius

اقتنع نيوتن أيما اقتناع، بعد «اكتشافه» لزئبق الفلاسفة، بأن الله ينتظر منه كشف أسرار كتاب الطبيعة أمام العالم. وماذا عن أسرار الكتاب المقدس؟

لقد تساءل حول أصل الشر الذي ينخر العالم المسيحي. فمتى ولماذا وكيف تمّ التخلي عن التعاليم المقدسة لأبناء نوح والاستسلام «للبابوية» ولبديلتها الإنجليكانية، اللتين تبشران بالمذهب التثليثي عن طريق الترهيب؟ وأدرك من خلال قراءاته بأن شخصاً آخر سبق أن أثار هذا السؤال قبله وحاول الإجابة عليه، وهو أريوس.

ففي القرن الثالث الميلادي، أكد هذا الكاهن المتواضع المتمرد والمفصول عن الكنيسة، بكل بساطة، أن الابن والروح القدس في التثليث ليسا من طبيعة الأب نفسها، فهما لا *يشاركانه في الطبيعة الجوهرية* ولا يشاركانه بالتالي في الخلود. ولتعميق المسألة أكثر، ألف أريوس مبحثاً وضح فيه مذهبه وجعله في متناول الفئة المثقفة.

في سنة 380 ميلادية، وبعد حوادث عديدة وجدالات عقيمة، تم التنكر لمذهب أريوس Arianisme داخل المجتمع

المسيحي. فقد أصدر الإمبراطور ثيودوز Théodose الأول مرسوم طيسالونيك الذي يعتبر بأن «كل شعوبنا ملزمة بتبني العقيدة المسيحية. فبعد أن كانت هذه الأخيرة «محتملة»، أصبحت من الآن فصاعداً ديانة الإمبراطورية الرسمية. وسيحدد المرسوم الشكل المقبول لهذه الديانة، أي المسيحية الكاثوليكية «الأرثودوكسية» التي جاهر بها الأسقف بطرس الإسكندراني العدو اللدود لمذهب أريوس. وقد استدعى ثيودوز في غمرة دفاعه عن المسيحية الأرثودوكسية، مجمع أساقفة قسطنطينية الكبير، الذي سيعمل بتأثير من الكرادلة الثلاثة، غريغوار دو نازيانز Gregoire de Nazianze وبالزيل دو سيزاري Basile de Césarée وغريغوار دو نيس G. de Nysse، على تأكيد قرارات مجمع أساقفة نيسي Nicée (الذي دان أريوس سنة 325) وعلى وضع مذهب أريوس خارج كنيسة روما «بصفة نهائية».

هاجم ثيودوز أيضاً الطقوس الوثنية التي كان مسموحاً بها إلى حدود عصره ومنع بالتالي الأضاحي المنزلية، كما أمر بإغلاق المعابد وقرر التخلي عن اللقب المتداول آنذاك، وهو الحبر الأعظم. هكذا، بدا أن مشكلة الهرطقة عموماً، ومذهب أريوس بشكل خاص، قد حسمت «نهائياً». لكن

رأي نيوتن بهذا الخصوص كان مغايراً، حيث تمرد على هذا الموقف معتبراً بأن أصحابه أفسدوا الدين الحقيقي والشعائر الفستالية (ذات الصلة بروما القديمة) التي تتميز وحدها بالأصالة، لأنها قائمة على الاتحاد والوحدانية والبساطة. فأصحاب هذا الموقف «مشركون! وهراطقة! وفاسقون روحانيون»، وهم يدّعون بأنهم مسيحيون، لكن الشيطان يعلم «بأنهم يتجاوزون أسوأ أصناف الأنذال (...) وأسوأ أصناف البشر الذين عاشوا على ظهر البسيطة حتى يومنا هذا»[1].

حاول نيوتن بدقته المعهودة أن يبحث في الكتابات المقدسة عن الموضع الذي ظهر فيه الفساد بالضبط، فوجده في *الرسالة الأولى* ليوحنا التي جاء فيها:

«(5) من يملك العالم هو من يؤمن بأن المسيح ابن الله.

6) المسيح عيسى أتى عبر الماء والدم، وليس عبر الماء وحده؛ والروح شاهدة على ذلك، لأن الروح هي الحقيقة.

7) لأن ثلاثة في السماء هم الشاهدون على ذلك.

8) الروح والماء والدم، ثلاثة موجودون في شيء واحد»[2].

بدت لنيوتن هذه «المطابقة الروحية» بين الروح والماء

والدم للدلالة على التثليث أمراً مشبوهاً. فهناك شخص «قام إما بإدراج شهادة *الثلاثة في السماء* قصدا وبنوع من التدليس في النص، من أجل إثبات التثليث؛ وإما أنه سجل هذه الشهادة كتأويل على هامش الكتاب، ومن الممكن أن يدرج هذا الهامش في متن الكتاب أثناء نسخه». هكذا رجع إلى نص مؤلف الرسائل الشرعية، الذي تبنته كنيسة روما رسمياً، وهو نص جيروم Jérôme. ففي المقدمة، فسر هذا الأخير كيف قام بتصويب عبارة «شهادة الأب والابن والروح القدس» في النص المثير للجدل، وهو ما استمد منه «الإيمان الكاثوليكي قوته». وهو الأمر الذي دفع نيوتن إلى التعليق على هذه الجملة بعبارة: «وهو الذي تأسس عليه الإيمان الكاثوليكي». وإذاً، ظهر «الجاني». «لقد قام بعض اللاتينيين في البداية بتأويل الروح والماء والدم واعتبروا بأن الأمر يتعلق بالأب والابن والروح القدس، من أجل إثبات اتحادهم. بعد ذلك، أدرج جيروم التثليث في نسخته بشكل مقصود وجازم»[3].

للحصول على المزيد من الحجج، راجع نيوتن *الكتاب الثالث ضد ماكسيم* للقديس أوغسطين والذي جاء فيه: «لا أريدك أن تخطىء فهم رسالة الحواري يوحنا عندما يقول إن حاملي الشهادة ثلاثة وهم الروح والماء والدم؛ وهؤلاء

الثلاثة هم واحد. لا تقلْ إن الروح والماء والدم جواهر مختلفة، ومع ذلك يقال إن الثلاثة واحد (...) ويبدو لي عن حق بأن التثليث نفسه هو المجموع الوحيد والحصري للإله الأب وللابن وللروح القدس، الذين قيل عنهم بحق إنهم الثلاثة الشاهدون وإن هؤلاء الثلاثة هم واحد»[4].

تأكد نيوتن إذاً من كون عقيدة التثليث هي إفساد للدين الحقيقي. وشعر بأنه حامل لرسالة تتمثل في إصلاح الحضارة الغربية عبر استرجاع الدين الحقيقي المذكور. لكن إسحاق بارو نصحه بالاحتراس، فقد يقبل منه تعاطيه للخيمياء، لكن لن يقبل منه تبني مذهب أرياس. وعليه كأستاذ كرسي لوقا، اتخاذ الحيطة والحذر. وفي جميع الأحوال، فإن بارو نفسه قام بإصدار عمل تحت عنوان *الدفاع عن الثالوث المقدس*، كما أن بعض الأشخاص بمعهد ترينيتي عازمون على «القضاء على الملحدين، ثم على معتنقي مذهب أرياس وعلى الصوصينيين»[5].

اكتشافٌ جديدٌ لهوك

ربما اصطفى الله نيوتن ليكون رسوله وليصلح العالم، لكنه بالمقابل ألهم روبير هوك سنة 1674 باكتشاف جديد. فقد كان هذا القَيِّم على تجارب الجمعية الملكية من كبار

التجريبيين؛ وكان سريع الغضب بسبب صحته العليلة منذ الطفولة. وفي سنة 1672 سمحت له أبحاثه حول تلوين الصفائح الرقيقة باكتشاف خاصية أساسية للضوء، عبر عنها بقوله: «عندما تحدث حركة الضوء في وسط متجانس، فإنه ينتشر عبر دفعات تموجية بسيطة وبشكل ثابت ومتعامد مع خط الانتشار»[6]. وهذه الرؤية الاستشرافية التي مؤضعت التذبذبات داخل الموجات الضوئية بشكل *متعامد* مع وجهة انتشار الأشعة، جعلت كلاً من هوك والأب غريمالدي، مؤسسيْن رائديْن للبصريات الحديثة.

بعد مرور سنتين على ذلك، أصدر هوك عملاً استشرافياً أيضاً بعنوان *محاولة للبرهنة على حركة الأرض*، حيث أكد فيه ما يلي:

1) أن الأجسام السماوية لا تنجذب فقط نحو مركزها، بل أيضاً نحو بعضها بعضاً في حدود «دائرة حركتها».
2) كل الأجسام المتوفرة على حركة مستقيمة ومنتظمة تحافظ على هذه الحركة، ما لم تتدخل «قوة» خارجية؛ وفي هذه الحالة الأخيرة، تقوم بحركة دائرية أو إهليلجية.
3) تنجذب الأجسام نحو بعضها بعضاً بقوة أكبر كلما كانت متقاربة أكثر.

سيضيف هوك بأنه لم يبحث عن القانون الذي تزيد فيه القوة أو تنقص، عندما تقترب الأجسام أو تتباعد فيما بينها، لكنه سيعتبر بأن من المفيد القيام بذلك. والملاحَظ أن نيوتن سيثير هذه الفكرة من جديد، بعد مرور ثلاث سنوات على نزاعه غير المتوقع مع هوك. هكذا، سيتصور وسيعمل على صياغة فرضية جديدة حول الضوء، مؤسسة على «مبدأ تجنب الاختلاط السري» الذي مفاده أن بعض السوائل أو «الأرواح» تختلط مع بعضها الآخر، لكن ليس مع الجميع. ولإبراز «تجنب الاختلاط» الملاحظ في الطبيعة، أشار إلى أن «بعض السوائل (مثل الزيت والماء)، تظل مبتعدة بعضها عن بعض بفعل مبدأ تجنب الاختلاط السري، رغم أن «مَسام» بعض «أجزائها» تتوفر على حرية تسمح لها بالاختلاط فيما بينها».

سيتم تدعيم هذه الفكرة بتصور جديد لعمل الطبيعة، «إذ يوجد *وسيط أثيري* شبيه في تكوينه بالهواء، لكنه نادر وألطف وأكثر مرونة». فما هي خصائص هذا الأثير إذاً؟ «لا يفترض فيه أن يتشكل من مادة واحدة منتظمة، لكنه مركب جزئياً من جسم أثير رئيس «بلغمي» ومركّب في أجزاء أخرى من نفحات أثيرية؛ ذلك أن التدفقات الكهربائية والمغناطيسية ومبدأ الجاذبية تبرهن جميعها على

هذا التنوع»[٩].

لكن نيوتن سينبه مباشرة إلى عدم الخلط بين هذا المفهوم و«الروح الكونية» لديسبانيي. لأن «أثيره» من طبيعة جسمية «مثل الهواء» وليس «مجرد روح». وباختصار، فهو شبيه بالرواقيين القدامى أنفسهم الذين اعتبروا بأن اللوغوس- الإله يتوفر على طبيعة جسمانية مثل المادة، «وعند اختلاطه بالمادة وانتشاره عبرها، يمنحها الصورة والشكل».

لتأكيد طبيعة الأثير المادية من خلال الملاحظة، قام نيوتن بتحريك نواس في الفراغ، حيث لاحظ «بخصوص الوجود الجسماني لهذا الوسيط (الأثير)، أن فقدان النواس لسرعة حركته داخل كأس فارغ من الهواء، وهي سرعة حركته نفسها في الهواء الطلق، حجة تسترعي الاهتمام». ففي نظره، تبيّن هذه التجربة بأن هناك احتكاكاً، أي اتصالاً، بين النواس والأثير. فهذا الأخير موجود *على ارض الواقع* (وللإشارة، فإن نيوتن سيغير رأيه بعد مرور بضع سنوات على ذلك، لكنه سيتراجع مرة أخرى وسيتبنى حدسه الأول). اعتمادا على هذه القناعة، نسب نيوتن إلى الجسيمات المكونة للضوء «مبدأ للحركة» يسهم في زيادة سرعتها، بحيث تصبح مقاومة الأثير الموجود بالفضاء مساوية لقوته. وإذا كان الله قادراً على إنشاء «مبدأ للحركة

في الأجسام التي يعتبرها صغيرة (..) فسيكون الإطار الكامل للطبيعة على الأرجح مصنوعاً من تركيب متنوع لبعض الأرواح الأثيرية أو الأبخرة المركزة»[9]. ومن خلال استثماره بطريقته الخاصة، لفكرة ديكارت، تصور العلاقة بين الاختمار والجاذبية على الشكل التالي: «تعمل الطبيعة وفق تحرك دائم، حيث تنبثق السوائل من الجوامد والعكس، وتنبثق الأشياء الثابتة من العابرة والعكس أيضاً (...) كما ترفع بعض الأشياء لتشكيل التيارات الأرضية العليا (...) وبالتالي تعمل على إنزال بعض الأشياء كتعويض عن سابقاتها»[10]. وباختصار، «تنشئ الطبيعة حركة مستمرة، بفعل الصعود البطيء لكمية من المادة من باطن الأرض» حيث يسود *خادم الطبيعة* الذي تحدث عنه سنديفوجيوس «على شكل أثير»[11].

بعد أن صاغ هذا النص، قرأ في *الأعمال الفلسفية* الصادرة عن الجمعية الملكية تقريراً حول *تسخين الزئبق مع الذهب* بقلم ب. ر. [12]؛ فأدرك على الفور بأن «ب. ر.» الغريب لن يكون سوى التجريبي الكبير روبير بويل. وعلى الفور، بعث رسالة إلى «ب. ر.» بالجمعية الملكية مبدياً رغبته في «أن تدفع الحكمة العظيمة بالكاتب النبيل للتقرير، إلى التزام الصمت حتى يتوصل إلى النتيجة المتعلقة

بالمسألة التي «يتحدث عنها»؛ وذلك إما من خلال تجربته أو انطلاقاً من حكم شخص آخر يفهم الموضوع جيداً، أي حكم فيلسوف هرمسي حقيقي (..)، لأن ثمة أشياء أخرى إلى جانب تحول المعادن الذي يفهمه بفهمه بعض الأشخاص بمفردهم (هذا، إن لم يكن في الأمر أي ادعاء من طرفهم)» [13]؛ ولأن من غير الكافي، حسب نيوتن، أن يكون المرء مُصطفى من الله، مثلما هو حاله، بل يجب أن يكون محافظاً على سرية ما يقوله وما يكتبه.

من جانب آخر، وفي إطار النظام العادي للأشياء سنة 1675، كان الاختيار قائماً بين ترقية أستاذ كرسي لوقا (نيوتن) داخل الكنيسة الإنجليكانية أو حرمانه من الأستاذية ومن صفته كعضو من أعضاء معهد ترينيتي. وبطبيعة الحال، فإن نيوتن الذي سبق له أن أعلن أربع مرات عن تبنيه للمعتقد الإنجليكاني[14]، كان قلقاً بهذا الخصوص. هكذا، سافر إلى لندن في شهر فبراير/ شباط ليلتقي بشخصية معينة. ونحن نجهل اسم هذه الشخصية، لكن الأمر المؤكد أنه بتاريخ 27 أبريل/ نيسان من السنة نفسها، تم إعفاؤه نهائياً من قِبَل صاحب الجلالة من الخضوع للتنظيم الكنسي بوصفه أستاذ كرسي لوقا، «اللهم إلا إذا كانت لديه رغبة في هذا الخضوع»[15]. ومرة أخرى، كانت العناية الإلهية بجانبه،

فعاد إلى اهتماماته من دون التخلي عن منصبه واستأنف تجاربه بالمختبر، حيث قام بفحص دقيق لمقتطف من مبحث بويل *المذكور*، الذي أكد فيه حصوله «بنباهة ومجهود كبيرين» على الزئبق العادي «الذي تم تخليصه ببراعة من إفرازاته الداخلية ومن مكوناته المتنافرة، وتخصيبه بأجزاء دقيقة من المعادن المناسبة (التي استخلص منها)»[16].

بعد أن تساءل حول طبيعة هذا الزئبق *المخصَّب*، افترض نيوتن بأن «الجزيئات المخصبة» المكونة له «أكثر خشونة» من جزيئات الزئبق العادي، لأن تأثيرها ناجم عن عملية «وساطة»، فهي «من طبيعة وسيطة، تتموقع بين السائل المخصب لها والأجسام التي تذيبها».

هوك ضد نيوتن (العودة إلى الرياضيات)

توفي إسحاق بارو في شهر مايو/ أيار 1677؛ وكانت الصدمة قوية على نيوتن الذي فقد أحد المدافعين المتحمسين وأفضل الراعين لأنشطته بكامبريدج. كما أنه لم يشعر بالارتياح بسبب الغياب المتكرر لجون ويكينس عن كامبريدج وعدم جاهزيته في أغلب الأحيان. وعند نهاية السنة، تلقى خبراً مشؤوماً آخر يتعلق بوفاة أولدنبورغ النزيه والكريم وتعيين روبير هوك في منصب سكرتير

مكتبة الرمحي أحمد ٢٠٠

الجمعية خلفاً له.

تذكر نيوتن الرسالة التي بعثها إلى هذا الأخير في الشهور القليلة الماضية، بعد نزاعهما حول مسألة الضوء والتي جاء فيها: «يشكل ما فعله ديكارت (بالموشورات) خطوة حسنة إلى الأمام؛ وقد أضفتم الشيء الكثير إلى ذلك، خصوصاً بإخضاعكم لألوان الطبقات الرقيقة للاعتبارات الفلسفية. ومن جهتي، إذا كنت قد رأيت أبعد من ذلك، فلأنني وقفت على أكتاف العمالقة». وتعني السخرية الرهيبة بهذا المقطع الشيء الكثير حول المشاعر التي يكنها نيوتن لغريمه، ذلك أن هوك صاحب الجسم العليل منذ الطفولة، لا يمكن أبداً أن يكون «عملاقاً»[17].

هكذا سيواجه نيوتن في بداية سنة 1679 أمراً غير متوقع. فقد اطلع على كتاب بيير دو فيرماط حول *حساب المتغيرات* الذي صدر بعد وفاته؛ وأعاد قراءة كتاب *الهندسة* لديكارت، بعد أن أصبح مهتماً بالرياضيات بشكل أكبر. في هذا الإطار، سجل ملاحظات بالهامش، اتسمت غالبيتها بالنقد اللاذع، حيث أصبح مقتنعاً أكثر من أي وقت مضى بأن الطريقة التي أوصى بها الفيلسوف الفرنسي، والقاضية بربط علم الحساب بعلم الهندسة، هي طريقة تعسفية لم يتردد في نعتها بـ«تحليل مخرّبي الرياضيات»[18]. يقول بهذا

الخصوص: «في الحقيقة، تعتبر طريقة (الإغريق القدامى) أرقى من الطريقة الديكارتية. ذلك أن كارتس Cartes توصل إلى نتائجه عبر حساب جبري، سيبدو عند صياغته بالكلمات (وفق الممارسة المتبعة من طرف القدماء) مملاً وغامضاً، حيث يصيب المرء بالغثيان من دون أن يتمكن من فهمه. أما الإغريق القدامى فقد توصلوا إلى نتائجهم، على العكس، عبر نسب بسيطة، معتبرين بأن كتابة ذلك بأسلوب مغاير لن يستحق القراءة، وكانوا يتسترون بالتالي على التحليل الذي مكّنهم من عملية البناء»[19]. لقد كانوا بمعنى ما خيميائيي الأعداد!

سيكرر نيوتن انتقاداته في مبحث حول «الأخطاء الواردة بهندسة ديكارت» قائلاً: «يرغب بعض الرجال في أيامنا هذه، في إضافة أشياء جديدة إلى اكتشافات القدامى، فجمعوا بين حساب المتغيرات والهندسة (...) وغالباً ما تعبر هذه الحسابات (...) وبطريقة دائرية غير مقبولة عن كميات يشار إليها في الهندسة برسم خط واحد».

بيْد أن نيوتن لم يكن لديه الوقت الكافي للتعبير عن امتعاضه. ففي بدايات فصل الربيع تم إخباره بأن أمه زارت أخاه المريض ومكّنته من العلاج، لكن المرض أصابها بدورها. بعد مرور يومين، زارها نيوتن واستخدم لفائدتها

كل معارفه المتعلقة «بفن الفصل والوصل» الذي اكتسبه على مر السنين؛ وللأسف لم ينفع ذلك، فتغلب المرض على حنا سميث وفارقت الحياة. وفي أوائل شهر سبتمبر/ أيلول وارى الرجل المفجوع أمه الثرى. بعد مرور ستة أشهر على دفنها، عاد إلى كامبريدج حيث وجد بانتظاره رسالة بعثها إليه هوك بتاريخ 24 نوفمبر/ تشرين الثاني 1679. وقد اقترح عليه السكرتير الجديد للجمعية الملكية تبادل الرسائل بشكل منتظم، طالباً منه مباشرة إبداء رأيه حول نظام العالم الذي أنجزه انطلاقاً من الفرضيات المعلنة سنة 1674 والتي ضمنها في مجموعة محاضراته المنشورة حديثاً.

أقر هوك في هذه الفرضيات «بأن كل الأجسام السماوية على اختلافها تتوفر على قوة جاذبة وانجذابية gravitationnel باتجاه مركزها؛ بذلك فهي لا تجذب فقط أجزاءها الخاصة، حيث تمنعها من التحليق كما يمكن ملاحظته من الأرض، بل تجذب أيضاً الأجسام السماوية الأخرى التي توجد في دائرة نشاطها»[20].

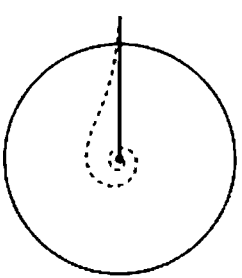
أما الفرضية الثانية فستذهل نيوتن، وقد أكد فيها هوك: «أن كل الأجسام التي تخضع، على اختلافها، لحركة مستقيمة وبسيطة، تستمر في الحركة على خط مستقيم إلى أن ينحرف وينحني، بفعل تأثير أجسام فاعلة، عبر حركة

ترسم دائرة أو مداراً إهليلجياً أو أي منحنى آخر أكثر تركيبا». فمن هو محرك «هذه الحركة المستقيمة والبسيطة»؟ من اللازم أن يكون «شيئاً ما»، أو مبدأ غير معروف، ما دام مساوياً لذاته على الدوام؛ اللهم إلا إذا أوقفه شيء آخر.

هكذا، التزم نيوتن مع نفسه بالبحث عن السبب. أما في تلك اللحظة، فقد اكتفى بإرسال جواب حذر إلى هوك جاء فيه: «نظراً لابتعادي عن الفلسفة واهتمامي بأشياء أخرى (الخيمياء)، فإنني أتمنى ألا يفهم ترددي عن الخوض في هذه المسائل بمثابة موقف غير ودي تجاهكم أو تجاه الجمعية الملكية»[21]. ومع ذلك، تملكته الرغبة في اقتراح تجربة على هوك يمكن البرهنة بفضلها على حركة دوران الأرض. وتتمثّل هذه التجربة في إسقاط حجر بشكل عمودي من علو محدّد وملاحظة موضع سقوطه بدقة. وحسب الرأي المتداول في تلك الفترة، وكان تيكو براهي أول من صاغه، ما دامت الأرض تتجه صوب الشرق أثناء عملية سقوط الحجر، فإن هذا الأخير ينبغي أن ينحرف ويسقط غرب الخط العمودي. لكن نيوتن سيقترح نتيجة مغايرة. ففي نظره، ما دام الحجر أبعد عن مركز الأرض من الأرضية نفسها، فإنه سيرسم دائرة أكبر من الأرض وسيمتلك بالتالي سرعة أكبر من سرعة النقطة الموجودة مباشرة بالخط

العمودي تحتها. فبعد قذف الحجر، سيسقط بشرق وليس بغرب المِطْمار. في ضوء ذلك، سيرفق نيوتن رسالته برسم بياني يظهر مسار الحجر الذي سيتحرك بشكل لولبي إلى حين بلوغه المركز، هذا مع افتراض أن الأرض لا تبدي أي مقاومة أثناء مروره.

بناء على هذه المعطيات، كلفت الجمعية الملكية هوك بإنجاز التجربة. وقبل شروع هذا الأخير في العمل نبه نيوتن إلى أن الحجر لا يقوم بحركة لولبية أثناء سقوطه كما قد يبدو، بل يقوم بحركة *إهليلجية منحرفة عن المركز*، بسبب تأثيرات كل من الثقالة والقوة المبعدة عن المركز؛ بالتالي فهي لن تسقط شرقاً، بل جنوب *شرق* المطمار بالضبط.



شعر نيوتن بالإهانة عند توصله بالرسالة، خصوصاً بعد أن تأكد من الخطأ الفظيع الذي ارتكبه. وبنوع من الخجل، اعتذر لمراسله بتاريخ 13 ديسمبر/ كانون الأول، معتبراً بأن

هذا الأخير على حق وبأن الجسم «لن يسقط باتجاه المركز، بل سيتحرك صعوداً ونزولاً بالتناوب». وكيفما كان الحال، «فإن المسألة ليست ذات أهمية كبيرة». وفي 10 ديسمبر/ كانون الأول 1679، أسقط هوك حجراً من علو 17 قدماً وحاول تحديد موقع سقوطه بدقة؛ لكن التجربة لم تؤد إلى أي نتيجة حاسمة، لأن العلو لم يكن كافياً. وتوقفت الأمور عند هذا الحدّ.

بعد تدقيق هوك لتحليله ومن أجل الحفاظ على تبادل الرسائل مع نيوتن، بعث إلى هذا الأخير، بتاريخ 6 يناير/ كانون الثاني 1680، رسالة تتضمن جملة مأثورة وهي: «أفترض بأن الجاذبية توجد دوماً بتناسب عكسي مع مربع المسافة عن المركز»[22]. هكذا أعلن هوك عن المبدأ الأساس الذي سيحرك العقول وسيثير زوبعة في العالم الصغير والمغلق لفلاسفة إنجلترا والقارة الأوروبية. لكن، علينا ألا نستبق الأحداث.

مرت أيام قليلة، أرسل هوك بعدها رسالة في 10 يناير/ كانون الثاني، يطلب فيها من نيوتن العمل «بفضل طريقته الممتازة»، على إيجاد المدار المرسوم من لدن جسم منجذب نحو المركز، بفعل قوة مساوية لعكس مربع المسافة عن هذا الأخير.

عندما يحْشُر نجمُ الصّبح أنفه

في بداية نوفمبر/ تشرين الثاني 1680، تمكّن عالم الفلك الملكي جون فلامستيد J. Flamsteed، الذي سنأتي على ذكره مرة أخرى في الصفحات المقبلة، بمرْصده بغرينيتش من اكتشاف مذنّب بسماء فصل الشتاء، قبل شروق الشمس. لكن عند نهاية الشهر لم يعد للمذنَّب أي أثر. بعد مرور أسبوعين على الحدث، وتحديداً بتاريخ 8 ديسمبر/ كانون الأول 1680، ظهر مذنب آخر مع بداية المساء يتحرك بعيداً عن الشمس. وكان فلامستيد متيقِّناً بأن هذا المذنَّب الثاني هو نفسه الذي سبق أن لاحظه في شهر نوفمبر/ تشرين الثاني؛ كل ما هناك أنه عكس اتجاه حركته عند مروره بالقرب من الشمس.

للتأكد أكثر، طلب فلامستيد من صديقه جيمس كرومبتون J. Crompton، عضو معهد يسوع وطهراني مثله، بأن يستشير نيوتن في الأمر. وقد أخبره هذا الأخير بأنه لاحظ المذنب بنفسه بتاريخ 12 ديسمبر/ كانون الأول (أي بعد أربعة أيام من ظهوره بالسماء فوق كنيسة معهد الملك)، كما أنه استخدم منظاراً مقعّراً لملاحظته بشكل أفضل واستمر في ملاحظته، إلى حين اختفائه تماماً من سماء إنجلترا؛ وكان ذلك في ليلة 9 مارس/ آذار 1681.

انطلاقاً من ملاحظاته الخاصة ومن ملاحظات أجراها علماء آخرون في تواريخ مختلفة، من دون أي تنسيق بينهم؛ وذلك وفق التقويم القديم لدى بعضهم والجديد لدى بعضهم الآخر [23]، استنتج نيوتن بأن الأمر يتعلق بمذنَّبيْن مختلفيْن وليس بمذنَّب واحد، كما اعتقد عالم الفلك الملكي.

بعد أن صحّح هذا الأخير الأخطاء الناجمة عن استخدام التقويميْن، عرض على نيوتن نظرية مفادها أن الشمس والمذنب يتجاذبان، مثل قطعتيْن مغناطيسيَّتيْن، بحيث تجذب الشمس قطب المذنب وتدفع القطب الآخر قبل أن تعكس نظام التجاذبات. لكن نيوتن المرتاب لم يتخل عن اعتراضاته، وإن كان اهتمامه بالمذنبات قد انتعش من جديد، وهو الاهتمام الذي ظهر أول مرة عند مرور المذنب بسماء كامبريدج سنة 1664.

بالمقابل، ظلت انشغالاته الخيميائية قائمة. ففي ربيع 1681، وبعد أن عبر عن ارتياحه بما أنجزه بالمختبر، كتب بلغته الخيميائية المشفَّرة ما يلي: «10 مايو/ أيار 1681، أدركت بأن نجمة الصباح هي الزهرة وبأنها ابنة زحل وإحدى حمائمه.

وفي 14 مايو/ أيار فهمتُ المذراة الثلاثية. وفي 15 منه، أدركتُ *بأن هناك فعلاً بعض العناصر المصعدة من الزئبق*

الخ... وأن هناك أيضاً حمامة أخرى، أي مصعد آخر عكِر بشكل تام يصعد من هذه الأجسام البيضاء. على أن أترك الثفل الأسود في القعْر المغسول بالمحلول؛ ومن جديد يتم تصعيد الزئبق من قِبَل الأجسام المطهّرة، بحيث يختفي كل الثفل بالقعر. في 18 من الشهر نفسه، أتقنت صنع المحلول النموذجي»[24]. أحس نيوتن إثر ذلك بأن كتاب الطبيعة بدأ يفضي أسراره؛ وبنفس الحماس تابع أبحاثه حول الكتاب المقدس وخصوصاً حول التنبؤات المتعلقة بيوم القيامة.

في هذا الإطار، سيسجل بأن يوم القيامة سيتزامن حسب الأنبياء مع «انفجار العالم»، غير أنه لاحظ وجود اختلاف بين المسيحيين بهذا الخصوص. «فبعض المسيحيين اعتقدوا بأن الذئب سينام إلى جانب الخروف في العالم الآخر (..) وتخيلوا بأن تعديلا لتركيب الطبيعة برمّتها سيلي هذا الانفجار»[25]. إلا أن نيوتن سينتفض ضد هذه الخزعبلات «الناجمة عن تأويل مبتذل وحرفي لأقوال الأنبياء الروحية (..) ففي لغة هؤلاء، يعني انفجار العالم زوال الممالك بسبب الحرب».

وإليكم كيف وصف الإله خراب العالم: «سيصل غضبي (..) إلى أعماق الجحيم وسيبتلع التراب بكل نباتاته وسيحرق الجبال. سأسومهم كل العذاب وسأوجه إليهم

كل سهامي. وسيقضي عليهم الجوع، كما أن الطيور الجارحة ستمزقهم وستنهشهم بدون رحمة» [26]. بعد هذا الخراب، لن يفضُل من العالم «سوى مدينة بأزقة من الذهب الخالص».

مرة أخرى، يجب علينا ألا نفهم هذه الصورة «حرفياً». فعندما تساءل ملاخي Malachie: «من سيحتمل اليوم الذي سيظهر فيه ومن سيظل واقفاً عندما يبدو للعيان؟ لأنه سيكون مثْل نار صانع المعادن ومثل غسيل الصبان»(2:3) أو عندما أعلن أشعياء Esaïe قائلاً: «سأصهر نفايات المعادن مثلما يتم تنظيف الغسيل وسأزيل كل فضلاتك»(25:1)، فهل سيتصور أي أحد منا بأن الأمر يتعلق بمدينة وبأزقة، بالمعنى الحرفي للكلمة ؟

في نظر نيوتن، ليست هذه المدينة وهذه الأزقة التي ذكرها أشعياء سوى «الشعب المقدس والمطهر من الكبائر، مثلما يعتبر الذهب مطهّراً من النفايات».

إن مجهودات نيوتن الرامية إلى تطهير كنيسة إنجلترا من نفايات الردة الكبرى وإلى الحصول على «الذهب الخالص» الذي أزيلت عنه كل النفايات المعدنية وإلى تطهير هندسة «كارت» من الأوساخ الجبرية التي لوثتها، مجهودات مترابطة في ما بينها؛ وهي تكتسي صبغة روحية، وتفسر

وتبرر عناد وإصرار هذا النبي المعتزل في الأزمنة الحديثة على مواصلتها.

لايبنتز وحسابُ التّفاضل

في سنة 1683 واجه نيوتن موقفاً مؤثراً، ذلك أن ويكينز، صديقه ورفيقه بالمختبر منذ عشرين سنة، تخلى عن امتيازاته وغادر كامبريدج، لأنه رغب في الزواج وفي تكوين أسرة. كان رحيل هذا الصديق بمثابة كارثة لنيوتن. فمن سيساعده من الآن فصاعداً على صيانة نيران الأفران؟ ومن سيخفف من توتره عندما سيشعر وهو وحيد داخل غرفه بثقل العزلة وقلق حمله لأسرار كبرى؟

هكذا، اضطر إلى توظيف مساعد جديد اسمه هامفري نيوتن، وهو شاب لطيف قدم من غرانثام Grantham (وليس من الأهل والأقارب رغم تشابه الأسماء). ولأنه كان ملزماً بوضع تقرير عن الدروس التي قدمها خلال السنة وإيداعه بمكتبة الجامعة، فقد صاغ بسرعة بحثاً قصيراً في الحساب، وجه فيه نقداً لاذعاً لديكارت وأكد فيه على ضرورة اتباع تعاليم القدماء في هذا المجال؛ ومما جاء فيه: «يجب عدم الخلط بين الحساب والهندسة. ذلك أن القدماء ميزوا بين هذين العلمين باستمرار، بحيث لم يدرجوا أبداً الأول في

الثانية؛ في حين أسهم المعاصرون، من خلال عملية الخلط المذكورة، في اختفاء بساطة الهندسة وأناقتها»[28].

بعد مرور سنة على ذلك، وتحديداً في شهر يونيو/ حزيران 1684، تلقى رسالة عكرت صفوه بشكل كبير. كان المُرسِل هو داوود غريغوري، ابن أخ عالم الفلك جيمس غريغوري الذي سبق لنيوتن أن «استلهمه» عند إنجازه للمنظار العاكس الذي أكسبه الشهرة. غير أن ما جاء في الرسالة لم يكن مُطَمْئناً. فقد أخبره الشاب غريغوري بأنه يأمل بكل تواضع في أن يطلعه على بحث أصدره مؤخراً، وهو على يقين «بأنه يتضمن أشياء جديدة ومفيدة لأغلب علماء الهندسة»[29].

أحس نيوتن بأن في الأمر تهديداً لامتيازاته بوصفه «أفضل عالم رياضي مقتدر بإنجلترا». لذلك قام على الفور بصياغة بحث من ستة فصول بعنوان *نموذج لعلم الرياضيات الكونية*[30]، أكد فيه بصيغة عدوانية، وسِجَالية على أقل تقدير، على أنه يحظى بالسبق في ما يتعلق بالاكتشاف الذي أعلن عنه غريغوري.

في ضوء هذا المعطى، قام الرياضي أوطو مينك Otto Mink بالقارة الأوروبية، وهو مدير المجلة العلمية الشهيرة Acta eruditorum (وهي أول مجلة علمية بألمانيا صدرت

بمدينة لايبزيغ واستمرت في الصدور من سنة 1682 إلى سنة 178، المترجم) بنشر خبر إصدار عمل داوود غريغوري. وكتب على الفور رسالة إلى صديقه الفيلسوف والعالم الرياضي غوتفريد فلهلم لايبنتز(1646 – 1716) يخبره فيها بأن شخصاً بإنجلترا يريد أن ينسب إلى نيوتن بعضاً من اكتشافاته هو (أي لايبنتز).

إثر ذلك، صاغ هذا الأخير عملاً بعنوان: *المنهج الجديد حول الحدين الأقصى والأدنى* pro، وهو عبارة عن وثيقة تاريخية عرض فيها ابتكاره «لحساب التفاضل» الذي قدم له بالعبارات التالية: «عندما نتعرف على *ألغوريتم* هذا الحساب الذي أدعوه تفاضلياً، فإننا سنجد من خلال الحساب العادي كل المعادلات التفاضلية الأخرى ومعادلات الحدين الأقصى والأدنى وكذلك المماسات، من دون أن نضطر إلى إزالة الكسور أو الأعداد الصماء أو بعض العلامات الجذرية، وهي أمور ضرورية للطرق التي ما زالت تستعمل إلى حد الآن»[31].

كان كل شيء موجوداً في المبحث المذكور، بدءاً بالتسمية (حساب التفاضل) وانتهاء بالترميز (dx، dy) وبالصياغات والمفاهيم، الخ... هكذا، ستندلع أولى المعارك وأكثرها شراسة حول أسبقية الابتكار في تاريخ العلوم.

الهوامش

1) Yahuda MS Var, 1, 4, f. 67, Jewish National and University Library, Jérusalem.

2) Première épître de Jean:5:5-8.

3) Keynes MS 2, f. 12v et Yahuda MS 14, f. 57v.

4) Saint Augustin, *Troisième livre contre Maxime*, ch. 22.

5) إعلان فرنسيس نورث الذي كان من المقرر أن يخلف بارو على رأس إدارة معهد ترينيتي

D'après R. North, *The Lives of the Right Hon. Francis North, Baron Guilford (..)*, A. Jessopp, Londres, 1890, vol. 2, p. 310.

6) R. Hooke, rapport présenté à la Royal Society en 1675. ويتضمن هذا التقرير اكتشافات هوك سنة 1672. مذكور ضمن:
Poggendorff, *Histoire de la physique, op. cit., p. 361*.

7) R. Hooke, *An Attempt to prove the Motion of the Earth*, Londres, 1674.

8) Lettre de Newton à Oldenburg, 7 décembre 1675, *Correspndence*, op. cit., vol. 1, p. 362.
وتحيل لفظة *بلغمي phlegmatic* على أحد الأمزجة الأربعة التي أقرها الفزيولوجيون القدامى. ويفترض أن البلغمي بارد ورطب؛ هذا وقد استعمل نيوتن هذه الصفة مرتين في رسالته.

9) Ibid., p. 364.

10) Ibid., p. 365.

11) Ibid., p. 366.

12) *Philosophical Transactions*, 10(1676), pp. 515 – 533.
وتعني لفظة *incalescence* المشتقة من اللاتينية *incalescere* «الساخن أو الفاتر». ويجب تمييزها عن لفظة *Incandescence* التي تعني «الساخن جداً إلى درجة التوهج».

13) Lettre de Newton à Oldenburg, 26 avril, 1676, *Correspndence*, vol. 2, p. 1.

14) *Subscriptiones, op. cit.*, vol. 2, pp. 123 et 243.

15) J. Edleston, *Correspndence of sir Isaac Newton and Professor Cotes, op. cit., pp. XLIX-1.*

16) R. Boyle, Of the Incalescence of Quicksilver with Gold, generously imparted by B. R., *Philosophical Transactions*, vol. 10, 1675, p. 525.

17) *Correspondence, vol. 1, p. 416.*

18) Trinity College Library, *The Mathematical Papers of Isaac Newton, op. cit.*, vol. 4, p. 380.
ظل نيوتن متشبثاً بموقفه المعادي لكتاب *الهندسة* لديكارت حتى أواخر حياته. ففي سنتي 1683 – 1684 مثلاً، أنجز عملاً سينشر فيما بعد تحت عنوان *الحساب الكوني* (رداً على كتاب *الهندسة*). انظر الهامش 27 لاحقاً.

19) Veterum loca solida restitua, essai inachevé de Newton, ibid., vol. 4, p. 277.

20) R. Hooke, *Lectiones Cutlerianae*, reproduit dans R. T. Gunther, *Early Science in Oxford*, Oxford, et Londres 1920 – 1945, vol. 8, p. 27.

21) Lettre de Newton à R. Hooke, 28 novembre 1679, *Correspondence*, vol. 2, p. 300.

22) Lettre de R. Hooke à Newton, 6 janvier 1680, ibid., vol. 2, p. 309.

23) لم تكن إنجلترا قد تبنت بعد إصلاح التقويم الذي أشرف عليه البابا غريغوار الثالث عشر سنة 1582، لتجاوز ثغرات التقويم اليوليوسي الذي لم يتغير منذ أن أنشأه يوليوس قيصر ستة عشر قرناً من قبل. لذلك كان فاتح مارس/ آذار بإنجلترا يوافق 11 من الشهر نفسه

بالقارة الأوروبية.

24) Keynes MS 3975, p. 121.

25) Yahuda MS 6, ff. 12 – 19.

26) Deutéronome 32:22.

والغريب في الأمر أن ترجمة نيوتن لم تكن حرفية، هذا إذا ما صدقنا ترجمة بايون Baillon لقول نيوتن إلى الفرنسية؛ وهي الترجمة التي اعتمدناها في استشهاداتنا. انظر:

J. F. Baillon, *Isaac Newton, Ecrits sur la religion, op. cit.*, p. 257.

27) كان المخطوط الأصلي بدون عنوان؛ وقد أصدره في ما بعد «تلميذ» وخليفة نيوتن بكرسي لوقا وليام ويستون W. Whiston تحت عنوان *الحساب الكوني*.

28) *The Mathematical Papers of Isaac Newton, op. cit.*, vol. 5, p. 429, Cf. Westfall, p. 431, n. 122.

29) Lettre de D. Gregory à I. Newton, 9 juin 1684, *Correspondence*, vol. 2, p. 396.

في هذا البحث المتعلق بمجموعة من التطبيقات الهندسية، عرض داوود غريغوري الطرق التي ابتكرها رفقة عمه جيمس، لحل مشكلات قياس المنحنيات (ومن ضمنها مثلاً مشكلة تربيع الدائرة الشهيرة) وكان هذا الموضوع محط نقاش في تلك الفترة. ولم يغب عن ذهن نيوتن أن جيمس غريغوري كانت لديه الجرأة في ابتكار المنظار المجهز بمرآة قبله. لكن الأمر المفارق، هو أن ابن أخ جيمس سيصبح من أكبر المدافعين عن نيوتن.

30) أنجز الفصول الأربعة فقط.

31) G. W. Leibniz, *Nova Methodus pro Maximis et Minimis, Acta eruditorum*, octobre 1684. Reproduit dans G. W. Leibniz, *Naissance du calcul différentiel, op. cit.*, p. 111.

III
عالم الهندسة

«هناك شيء يبدو لي رائعاً على الدوام
وهو أن حقائق عظيمة تم اكتشافها
بفضل ربع دائرة وشيء من الحساب»
فولتير، الرسالة الفلسفية الخامسة عشرة، 1727

أسئلة علم حَركات الكَواكب

عُلماء الفلَك يتشاورون في ما بينهم

كان عدد علماء الفلك بإنجلترا محدوداً سنة 1684. ويمكن اعتبار عالم الفلك الملكي جون فلامستيد، من أوائل هؤلاء العلماء. فقد كان طهرانياً وجاداً وصارماً مثل نيوتن الأكبر منه بأربع سنوات وتقدم لدراسة هذا العلم بحماس شديد، كتعويض عن إعاقة جسدية أصابته. في سنة 1670، أثار انتباه السيد جوناس مور المكلف بالتعليمات الملكية، وهو ما يزال طالباً بمعهد يسوع بكامبريدج. وبتوصية منه، أمر الملك ببناء مرصد فوق التلة المطلة على قرية غرينيتش، جنوب نهر التاميز، غير بعيد عن لندن. وكلف شارل الثاني مهندسه المفضل كريستوفر ورين C. Wren، الذي كان يشغل كرسي علم الفلك بجامعة أكسفورد، بإنجاز تصاميم المرصد الجديد. وفي سنة 1675، أشرف فلامستيد على المرصد وكان عمره لا يتجاوز التسع وعشرين سنة.

بالرغم من جدة المرصد، فإن تمويل الأبحاث في إطاره كان ضعيفاً، إلى درجة أن عالم الفلك الملكي الذي وظف مساعدين له، لم يكن بإمكانه اقتطاع أجرتهما من راتبه؛

لذلك كان مضطراً لإعطاء دروس خصوصية مؤدى عنها. بعد فترة وجيزة، سيدخل فلامستيد في صراع مع عالم فلك آخر وهو إدموند هالي E. Halley. ففي سنة 1675 كان عمر هذا الأخير لا يتجاوز التاسعة عشرة، وكان جميل الهيئة وطائشا، ويختلف تماماً عن عالم الفلك الملكي الذي لم يكن راضيا، عن سلوكه؛ وهو ما عبر عنه بقوله: «إنني لا أحتمل دسائسه[1] ودسائس رفاقه في السوء؛ وأنا متيقن أنه لو عاد المسيح وحواريوه إلى الأرض، لتعرضوا إلى افتراءات هؤلاء وإلى ألسنتهم الخبيثة». وعندما نشر هالي لوائحه حول المدّ والجزر بمصب نهر التاميز، مدعيا، تصحيح «الأخطاء» الواردة باللوائح التي أنجزها فلامستيد، ازدادت حدة التوتر بين الرجلين المتنافسين.

من جهته، لعب كريستوفر ورّين المتبحر في العلوم وذو العقل الموسوعي، دور المنظم لمختلف العمليات. فقد كان الباني الجديد لمدينة لندن بعد الحريق الكبير لسنة 1666؛ وهو مؤسس مكتبة معهد ترينيتي في سبعينيات القرن السابع عشر، تحت إشراف بارو، كما أنجز في أوقات فراغه حسابات، رام من خلالها نقل حركة الكواكب عبر التوافق الحاصل بين «قوتيْن»، تنبثق إحداهما من الشمس وتتمثل الأخرى في «صدمة جانبية» لم يحدد مصدرها. واقتنع بأن

هذا التوافق ينتج فعلاً متغيراً بسبب عكس مربع المسافة.

في سنة 1684، عرض ورين أفكاره حول هذه المسألة على هوك وهالي، خلال لقاء بالجمعية الملكية. وأمام دهشة مخاطبيه، أعلن هوك بأنه سبق له أن حدد قانون عكس المربع (انظر المقطع بعنوان: **هوك ضد نيوتن**)، لكنه رفض إعطاءهما الحل بذريعة أنه يريد إخفاء برهانه «إلى أن يقوم الباحثون الآخرون الذين فشلوا في حل المشكلة، بإيلاء حله ما يستحقه من تقدير»[2].

مع مرور الوقت، تضايق هالي من عدوانية عالم الفلك الملكي ومن سكرتير الجمعية ورغب في أن يكون له حليف ذو سلطة، كي يكون في مستوى مواجهتهما. لهذا قرر أثناء توجهه إلى كامبريدج، القيام بزيارة نيوتن. وكانت معرفة هذا الأخير به محدودة، حيث زاره هالي مرة واحدة منذ سنتين، ليسأله خلال لقاء قصير عن ملاحظاته المتعلقة بمرور المذنّب سنة 1680.

ستدفع هذه الزيارة المفاجئة بالخيميائي، الذي تمكن أخيراً من «وضع المشتري على جناح نسره»، إلى الخروج من عزلته. وقد روى لنا الرياضي البريطاني أبراهام دو موانفر A. de Moinvre هذا الحدث بعد مرور 40 سنة على وقوعه قائلاً: «في شهر أغسطس/ آب 1684 زار الدكتور

هالي منزل نيوتن. وبعد أن توطدت العلاقة بينهما لفترة، طلب الدكتور من نيوتن إبداء رأيه حول نوعية المنحنى الذي ترسمه الكواكب، على افتراض أن قوة الجاذبية نحو الشمس هي عكس مربع المسافة الفاصلة بينها وبين هذه الأخيرة. أجاب السيد نيوتن مباشرة بأن المسألة تتعلق بحركة إهليلجية. لم يتمالك هالي من الفرح والاندهاش وسأله كيف توصل إلى معرفة هذا الأمر، فرد عليه نيوتن بأنه قام بحسابه. إثر ذلك، طلب منه الدكتور مَدَّه بالحساب المذكور في أقرب الآجال. وعندما فتش نيوتن أوراقه لم يعثر له على أثر»[3].

في الواقع، لم يكن نيوتن *قد أكمل إنجاز الحساب*. ومع ذلك، قرر إجراءه من جديد وإرساله إلى هالي، لكن لغرض لم يخطر على ذهن أحد. فإذا كان هالي قد فكر كعالم فلكي فإن نيوتن فكر كخيميائي. اهتم الأول بمشكلة كوسمولوجية في الأساس، وحاول الإجابة على السؤال التالي: هل يعتبر قانون عكس المربع «قانوناً جيداً» لإبراز الحركة المدارية للكواكب؟ أما الانشغال المركزي، والمطلب المعرفي، لنيوتن، فهو الرغبة في الكشف عن «المبادئ الفاعلة» التي تشكل المعطيات الحاسمة للطبيعة. «فإذا تمكن شخص من اكتشاف كل هذه المبادئ لحسن

حظه، فإنني سأكون على يقين تقريباً، بأنه اكتشف المادة التامة للأجسام التي تخص الأسباب الميكانيكية للأشياء». رغم ذلك، سيعترف أمام زائره بعجزه مؤقتاً عن تحقيق هذا الاكتشاف قائلاً: «لقد اشتغلت فعلاً من أجل تدقيق هذا الجزء من الفلسفة. ومع ذلك، يمكنني القول باختصار إن الطبيعة بسيطة ومنسجمة مع ذاتها بشكل كبير(سيضيف نيوتن وكأنه يناجي نفسه)... وكيفما كانت البراهين المتعلقة بالحركات الكبرى، فيجب أن تصلح أيضاً للحركات الأصغر»[4]. telegram @ktabpdf

فهل سيكون من السهل اكتشاف المبادئ الفاعلة في دراسة حركة الكواكب؛ ومن الصعب اكتشافها في تشكل المادة الأكثر تعقيداً؟ هكذا أثارت زيارة هالي سلسلة من التساؤلات في ذهن نيوتن. فهوك وهالي وأيضاً ورين، اكتشفوا قانون «عكس المربع»، لكنهم لم يدركوا الفائدة من استخدامه! أما نيوتن الخيميائي والمؤيد لمذهب فيستا، فيدرك فائدته.

في ضوء ذلك، استعاد عبر الذاكرة نص سنديفوجيوس الذي سبق أن اطلع عليه منذ عشر سنوات والذي جاء فيه: «هكذا ستحصلون بهذا المكان على الحقيقة وعلى التفسير الجيد لهرمس، عندما يقول إن أب وأم هذا المغناطيس هما

الشمس والقمر»[5]. راجع نيوتن أيضاً الملخص الذي أنجزه وأكد فيه ما يلي: «إن الهواء يولد المغناطيس الذي يظهره بدوره. هكذا، سيكون أبواه هما: الشمس (الذهب) والقمر (الفضة)»[6].

سيسمح له قانون عكس المربع بالبرهنة على «التفسير الجيد لهرمس» واعتبار نفسه هو هرمس الجديد في الأزمنة الحديثة. بذلك، استرجع مقامه بوولشورب Woolshorpe سنة 1665 ومحاولته حل مشكلة حركة الكواكب وتسجيل بعض النتائج المحصل عليها على قطعة رقّ وجدها عند أمه (التي استعملت جزءاً من القطعة لتسجيل مبلغ الإيجار).

اضطر نيوتن لتعميق حساباته إلى اقتناء نسخة من كتاب غاليلي *الخطابات* (وعنوانه الكامل *خطابات وبراهين رياضية حول علمين جديدين*، المترجم)، في الترجمة اللاتينية التي أعدها العلامة سالسبوري Salisbury وأنجز «نواسا مخروطي الشكل» من أجل قياس قوة الجاذبية. كما اضطر إلى توجيه رسالة إلى هوك سنة 1679 جاء فيها: «ما أنجزه ديكارت يعتبر خطوة مهمة إلى الأمام. وقد أضفتم الشيء الكثير إلى كل هذا (...) أما من جهتي، فإنني رأيت أبعد من ذلك بوقوفي على أكتاف العمالقة». وإذا ما كانت نيته في البداية هي التهكم على هوك (انظر المقطع بعنوان:

هوك ضد نيوتن)، فإن جزءاً من الحقيقة ينبثق من هذه السطور رغم كل شيء. فقد كان لزاماً عليه أن يصعد فوق كتفيْ عملاق لكي ينجز الحساب المطلوب من هالي. وكان اسم هذا العملاق هو يوهان كبلر J. Kepler.

عنْ كتفيْ العملاق

تذكّرنا السنوات الأولى من حياة يوهان كبلر بالسنوات الأولى من حياة خلفه العظيم نيوتن. فقد ازداد هو أيضاً في أعياد الميلاد من أبويْن أميين تقريباً، سيعهدان به إلى جدته. كما أنه لم يعرف أباه، أو أنه نادراً ما تعرف عليه. وكانت بنيته هزيلة كما كان ضعيف البصر. وأخيراً، كان أيضاً بروتستانتياً، وبالتحديد لوثرياً، وتعلم «الصمود» وسط «الكاثوليكيين الشرسين». في سنة 1598، تمكّن الأرشيدوق فرديناند Ferdinand الذي كان قد تعهد بطرد كل البروتستانتيين إذا ما سنحت له الفرصة، من بسط سلطته بالقوة على حكومة ستيري Styrie. وأحس كبلر بخطر الموت يتهدده، فاجتاز الحدود سريعاً والتحق «بعالم الفلك الأرضي العظيم» تيكو براهي بمدينة براغ من أجل العمل، مجاناً، مساعداً له في حساباته المتعلقة بحركة الكواكب.

توفي تيكو سنة 1601، مفوضاً لمساعده الشاب في الحساب، أمر العناية بلوائحه التقويمية. هكذا، سيسعى كبلر إلى إقامة جسر مدْهش بين علم الفلك القديم وما سيدعوه بعلم الفلك الجديد، حيث سينطلق في تأملاته من مفهوم استمده من الرواقيين، يعتبر كل كوكب بمقتضاه متحركاً بفعل «روح» (mens) توجهه في السماء. لكن لفظ «روح» «الذي يعني أيضاً العقل، لم يرُق له تماماً فعوضه بلفظ *anima* الذي يعني «الهواء» و«النَّفَس» أو «مبدأ الحياة» (النَّفْس)؛ وأضاف إليها صفة *المحركة*، وهو ما مكّنه من اجتراح مفهوم *النفس المحركة*. ولما كانت الكواكب تتحرك بسرعة أبطأ كلما ابتعدت عن الشمس، فقد توصل إلى نتيجة بالغة الأهمية وهي «أن هناك أمراً من بين اثنين، فإما أن *النفس المحركة* التي تحرك الكوكب تكون أضعف كلما ابتعدت عن الشمس، وإما أن هناك *نفساً محركة* مشتركة بين جميع الكواكب، مقرها بالشمس، بحيث تزداد قوة تحريكها للأجسام كلما كانت أقرب إليها»[7].

وقد استنتج إثر ذلك، بأنه إذا عوض في هذه الصيغة لفظ «anima» (نفس) بلفظ «vis «التي تعني «الاقتدار» أو «القدرة» أو «القوة»، فإن النظام الذي تم تصوره سيظل «منسجماً» مع ذلك. فالشمس الثابتة مصدر كل الضوء،

تمثل الإله الأب، والنجوم الثابتة في ما وراء الكواكب تمثل الابن، والنفس المحركة المنبثقة من الشمس تمثل الروح القدس. هكذا أصبحت مركزية الشمس مبررة بالكامل، وهذا هو نموذج كوبرنيك الذي تم الاعتراض عليه. فكيف توصل كبلر إلى ذلك؟

علم الفلك القديم

إن المشهد الذي نتابعه اليوم بالسماء، هو المشهد نفسه الذي كان يظهر أمام أعين علماء الفلك القدامى. ففي كل ليلة تبدو النجوم «الثابتة» وكأنها تدور جميعها من الشرق إلى الغرب، حول محور ثابت. وتبعاً لهذه الحركة، تبدو «الأجرام السماوية» السبعة (وهي القمر وعطارد والزهرة والشمس والمريخ والمشتري وزحل) [٨] وكأنها تغيّر مواقعها بشكل خاص. فالشمس تشرق دوماً من الشرق، لكن موقعها يتغير كل صباح؛ أما حركات الكواكب فهي أعقد، إذ يبدو وكأنها «تتجول» في السماء وفق مسارات ثابتة؛ ومع ذلك فهي غير منتظمة ظاهرياً. وعلى مدى 20 قرناً، تفننت عبقرية علماء الفلك في إبراز هذه «المظاهر» التي سماها الفلاسفة الإغريق بـ «الظواهر». وقد طرح أفلاطون المشكلة على الرياضيين بالصيغة التالية: ما هي

الحركات الدائرية والمتماثلة والمنتظمة بشكل تام، التي يتعين افتراضها من أجل «الحفاظ على مظاهر» الظواهر التي تكشف عنها الكواكب؟[9] فالأمر يتعلق إذاً ببناء نموذج رياضي، اعتماداً على بعض الفرضيات، بحيث يكون قادراً على إحداث الحركة الملاحظة، عبر الجمع بين الحركات *الدائرية والمنتظمة*.

هكذا برر علماء الفلك الاستخدام الحصري للحركات الدائرية والمنتظمة لتراكيب الحركة[10]. «فهناك بالعالم قطبان ثابتان تتم الحركة حولهما. *والدليل على ذلك* أن القطب لو كان يصعد أو ينزل لكانت أجرام الدب الأكبر والأصغر تأفل أو تبزغ؛ والحال أنها لا تبزغ أبداً. ولو كان القطب يتحرك باتجاه المشرق أو المغرب، لما بزغت الأجرام الثابتة من النقط نفسها بالنسبة للأرض؛ والحال أنها تبزغ من الموقع نفسه. بالتالي فإن العالم يدور حول قطبين ثابتين، وهو ما يجب البرهنة عليه». وحسب هذا البرهان، فإن كل «نجمة ثابتة» تتحرك باتجاه دائري «لأن كل واحدة تدور حول قطب ثابت وحسب مسافة خاصة بها لا تتغير، لذلك يتعين أن تتحرّك كل واحدة باتجاه دائري».

كيفما كان الحال، فإن الحركة الدائرية والمنتظمة كانت في نظر القدامى هي الحركة الوحيدة الملائمة لطبيعة الأجرام

السماوية، بفعل جمالها وبساطتها. وعلينا ألا ننسى بأن هذه الأجرام تسبح في الفلك النموذجي حسب الإغريق، حيث يسود الجوهر أو الأثير بتعبير أرسطو.

على هذا الأساس، فإن أول من أسس للنموذج الفعال، كان هو أودكسوس Eudoxe تلميذ أفلاطون؛ وحذا حذوه كاليبيس Calippes الذي عدّل التوافق بين الحركات الملاحظة، قبل أن يدقق كل من هيباركوس Hipparque وبطليموس آلياتها.

غير أن الأمور ستتعقد عندما ستؤدي عدة نماذج مختلفة ظاهرياً فيما بينها، إلى نتائج متطابقة. وهو ما حدث بالخصوص لنموذجين متنافسين، يرتكز أحدهما على مفهوم فلك التدوير» ويرتكز الآخر على مفهوم الدائرة «المنحرفة المركز»، وهما المفهومان اللذان سيعتمدهما كبلر بشكل كبير. والملاحظ أن هذين المفهومين الذكيين متساويان في آخر المطاف. فحسب نظرية «فلك التدوير» ينتقل كل كوكب على دائرة يكون مركزها متنقلاً بدوره على دائرة. ويعطي هذا التركيب الانطباع في بعض الشروط بأن الكوكب يتنقل على دائرة «تحوّل مركزها» بالنسبة «لمركز العالم»، أي دائرة «منحرفة المركز».

مع مرور الزمن ستتعدد المحاولات الرامية إلى تحديد

«أفضل» نموذج. ففي القرن الخامس عشر، لخص المنجم الايطالي جيوفاني بونتانو Giovanni Pontano هذا التقليد الذي استمر إلى حدود عصره قائلاً[11]: «أظن بأن علينا الاعتقاد والتفكير بالضبط في الأمور التالية: إن الأجرام السماوية تقوم بحركاتها وثوراتها بطريقة تلقائية، بفضل قدرتها الخاصة (..) وكل الأشخاص الذين تصوروا «فرضيات» في هذا الإطار، يستحقون تقريظاً استثنائياً (...)، فقد عرضوا أمام أعيننا تلك الدوائر الصغرى التي ثبتت بها أجسام الكواكب، بحيث مكّنتها من التحرك إلى الأمام أو إلى الخلف، نحو الأعلى أو نحو الأسفل وفق ثوراتها، مما أسهم في الحفاظ على النسب الحقيقية لكل حركة (...) وتستحق هذه الابتكارات أن توصف بالأعمال الإلهية وليس البشرية (...) ومع ذلك، ينبغي أن نعتبر الدوائر وأفلاك التدوير وكل الافتراضات من هذا النوع، خيالية؛ إذ ليس لها وجود واقعي بالسماء (...) لكن علينا أن نعتبرها متضمنة لفضيلة إلهية، عندما يتعلق الأمر بتدريسها والبرهنة عليها».

طبعاً لم يكن مؤيدو مركزية الشمس في وضعية مريحة، إذ لم يكف اعتراض الكنيسة على إمكانية دوران الأرض حول الشمس، لأسباب دينية كما هو معلوم؛ بل ستبرز

فضلاً عن ذلك حجة هائلة معارضة لهذه الفرضية وهي كالتالي: إذا افترضنا أن الأرض تدور (حول نفسها وحول الشمس)، فكيف لا تشعر الكائنات التي تعيش على سطحها بذلك؟

يثير هذا السؤال مشكلة الحركة العويصة جداً، وهي مشكلة فيزيائية وليست فلكية. وكان نيوتن على معرفة بالرواد الذين حاولوا حلها، وهم ديكارت وغاليلي وهيجنز. لكن سيعود إليه الفضل في اكتشاف الخلاصة النيّرة وبفضل مواهبه الاستكشافية ستمتزج الفيزياء بعلم الفلك.

اعتقادُ كوبرنيك بامتلاكه «للحَقيقة»

في 24 مايو/ أيار 1543 كان نيقولا كوبرنيك على فراش الموت، في الوقت الذي كان فيه الناشر يضع آخر اللمسات على طبع كتاب *حول ثورات الأفلاك السماوية*[12]. وكان هذا العمل المُهْدى إلى البابا بولس الثالث (وهو من أروع أعمال كوبرنيك) قد خالف رأي بونتانو في نقطة رئيسة، حيث أكد فيه مؤلفه بأنه لا يكفي اقتراح الفرضيات، بل ينبغي أن تكون هذه الفرضيات «صحيحة». يعتبر كوبرنيك أن الفرضيات التي تبناها هي «الصحيحة»، وهو

ما عبر عنه بقوله: «بعد أن تأملت مدة طويلة في عدم اليقين الذي استبد بالتقاليد الرياضية، المهتمة بنظرية الحركات السماوية (...) ارتأيت بأنه سيكون من حقي (...) القيام بمحاولة ملخصها أنه إذا نسبنا إلى الأرض حركة معينة، فإننا لن نجد بصدد ثورات الأفلاك السماوية براهين أكثر صرامة من براهين السابقين علينا». فما المقصود من صيغة: «أكثر صرامة»؟ هنا تبدو نقطة ضعف كوبرنيك. فبهذا الصدد، يقول تلميذه رايتيكوس Rhaeticus: «ظن أستاذي (كوبرنيك) بأن عليه قبول الفرضيات ما دامت تتضمن أسباباً تسمح بتأكيد ملاحظات القرون الماضية. وفضلاً عن ذلك، هناك أمل في أن تكون سبباً في المستقبل، لصدق كل التنبؤات الفلكية»[13].

في الخلاصة سيؤكد بأن فرضيات كوبرنيك صحيحة بالغة الصحة. بعد وفاة العالم المذكور ببضعة أيام، صدر كتابه مرفوقاً بمقدمة غير موقعة جاء فيها: «يمكن أن يواجه الشخص الذي يريد تأكيد الحركة الوحيدة نفسها، فرضيات مختلفة (...) عندئذ سيختار عالم الفلك الفرضية التي يسهل ضبطها؛ بالمقابل فإن الفيلسوف قد يبحث عن ما هو محتمل، لكن لا هذا ولا ذاك بإمكانهما تصور أو صياغة أي يقين، اللهم إذا تلقى أحدهما أو كلاهما وحياً إلهياً»[14].

فور بروز هذه النظرية، تفاقمت الخصومات. وبعد مرور ربع قرن على ذلك، عبر العالم اليسوعي كريستوف كلافيوس C. Clavius عن موقفه كما يلي: «لقد نجح كوبرنيك في الحفاظ على مظاهر الظواهر السماوية بالاعتماد على نظام (متميز عن نظام بطليموس)، وهو أمر ليس فيه ما يثير الاندهاش؛ ذلك أن حركات الظواهر المنحرفة عن المركز مكّنته من معرفة زمان وحجم وخاصية المظاهر المستقبلية والماضية؛وبما أنه كان ذكياً جداً، فإنه تمكن من تصور طريقة أكثر ملاءمة (..) كذلك الأمر عندما نعرف نتيجة صحيحة، فإن بإمكاننا تركيب سلسلة من القياسات التي تخلصها من المقدمات الخاطئة»[15].

بناء على ذلك، سيصل كلافيوس إلى النتيجة المثيرة التالية: «يجب أن توجد بالسماوات أفلاك تدويرية أو منحرفة المركز، أو يجب على الأقل وضع سبب مساوٍ لهذه الأفلاك أو تلك، كي يبرز تأثيراتها». بذلك، سيحدد الشروط التي يتعيّن على فرضية فلكية ما أن تتحقق منها لكي تكون مقبولة وهي كالتالي: «إذا لم يكن باستطاعتنا العمل على أن تكون يقينية، فيجب أن نطالب على الأقل بأن تكون محتملة. ولكي تكون كذلك، يجب ألا تتناقض مع مبادئ الفيزياء ولا مع تعاليم الكنيسة المؤسسة على الكتاب

المقدس. وباختصار، يجب ألا تكون خاطئة فلسفياً ولا ضالة اعتقادياً فبالأحرى هرطقية بشكل صريح».

الهوامش

1) Lettre de Flamsteed à Newton, 24 février 1692, *Correspondence, op. cit., vol. 3*, p. 203.

2) Lettre de Halley à Newton, 29 juin 1686, ibid., vol. 2, p. 442.

3) J. Halle Schaffner Collection, University of Chicago Library, MS 1075.

4) A. R. et M. Boas Hall, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton*, Cambridge, 1962, original latin, p. 321, traduction, p. 333.

5) Sendivogius, *La Nouvelle Lumière chymique, op. cit., p. 41*.

6) Newton, *Collectiones ex Novo Lumine Chymico quae ad Praxin spectant (et) Collectionum Explicationes, op. cit.*, f. 11v.

7) Cité dans D. Boorstin, *Les Découvertes*, coll., Bouquins, R. Laffont, Paris, 1988, p. 297.

8) يفضل بعض علماء الفلك ترتيب هذه الأجرام، الذي يجعل الشمس بجلال في مركز مجموعة السبعة.

9) Simplicius, *In Aristotelis quatuor libros de Coelo commentaria*, vol. 2, comm. 43, ed. Karsten, p. 219.

10) *La Didascalie céleste de Leptine*.

وهو رق موجود بمتحف اللوفر تحت رقم 1؛ وقد حرّر بمصر في

القرن الثاني ق. م. وفكت رموزه وترجم ونشر ضمن:
Notices et extraits des Manuscrits du Louvre, sous le tutre, L'art d'Eudoxe, 1885, XVIII, §21.

11) J. J. Pontani, *De rebus coelestibus libri XIV, Naples, 1512, rééd. Bâle, 1540, procoemium du Livre III*, p. 267.

12) N. Copernici Toriensis, *De revolutioibus orbium coelestium, libri VI*, Noribergae, 1543.

13) J. Rhaeticus, *Narratio prima*, Genadi, 1540, rééd. Thoruni, 1873, p. 464.

14) وهو ما سيُعرف لاحقاً بفضل كبلر؛ ذلك أن صاحب هذا التنبيه الحذر لم يكن سوى الفيلسوف واللاهوتي أندري هوسمان A. Hossmann الملقب بأوزياندر Osiandre.

15) C. Clavius, *In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarius*, Rome, 1581, p. 436.

مشكلة الحركة

من الميل إلى الحركة إلى قوة العطالة

عثر نيوتن في كتاب *العالم* لديكارت على فقرة عرض فيها الفيلسوف الفرنسي المشكلة الأساسية للحركة الدائرية، بطريقة بسيطة ودقيقة، حيث جاء فيها: «إذا تحرك حجر داخل مقلاع وفق الدائرة المحددة AB وإذا ما لاحظتموها كما هي بالضبط، في اللحظة التي بلغت فيها النقطة A، فستجدون بأنها مستعدة للحركة لكونها لا تتوقف أثناء تحركها باتجاه جانب معين، أي نحو النقطة C؛ على اعتبار أن فعلها في تلك اللحظة محدد في ذلك الاتجاه؛ لكنكم لن تجدوا ما يؤكد على أن حركتها دائرية. وإذا ما افترضنا بأنها خرجت من المقلاع وبأن الله حافظ عليها كما هي في تلك الفترة، فمن المؤكد أنه لن يحافظ عليها مع ميلها إلى التحرك بشكل دائري وفق الخط AB، بل مع ميلها إلى التوجه في خط مستقيم نحو النقطة C»[1].

سيضيف ديكارت التعليق التالي: «يجب القول وفق هذه القاعدة إذاً بأن الله وحده هو المبدع لكل الحركات الموجودة في العالم، باعتبارها حركات مستقيمة؛ وبأن الميول المختلفة للمادة هي التي تجعلها غير منتظمة ومنحنية».

يا للعجب! لن يكون الله إذاً مسؤولاً بشكل مباشر عن *كل* الحركات وخصوصاً الحركات *الدائرية*. شعر نيوتن بالصدمة وسارع إلى البحث عن الفقرات التي تعالج «ميل» هذه الأجسام إلى «التوجه في خط مستقيم نحو النقطة C». فقد استعمل ديكارت لفظة conatus (ميْل) لتمثيلها وكتب ما يلي: «كيف يمكن القول عن شيء غير متحرك بأن لديه *ميلاً إلى الحركة*؟»[2].

هنا أيضاً لم يقتنع نيوتن بالتفسير الذي جاء مباشرة بعد العنوان، حيث جاء فيه: «عندما أقول إن الجسم يميل إلى الابتعاد عن المركز الذي يدور حوله، فإنني لا أقصد بذلك أنه يتوفر على فكر يصدر عنه هذا الميل».

كما أشرنا صدم نيوتن كثيراً بالفكرة التي مفادها أن الله يمكن ألا يكون مسؤولاً عن الحركة الدائرية؛ وثار أيضاً على وجهة النظر «الميكانيكية» الخالصة التي عبر عنها الفيلسوف الفرنسي؛ فهو بالتأكيد لا يريد أن يرى عمل الفكر في *الميل إلى الحركة*، بل يريد أن يرى «مبدأ فاعلاً».

يتعيَّن إذاً إعطاء اسم لهذا المبدأ. وقد عثر نيوتن في مؤلف *مبادئ الفلسفة* لديكارت، الذي يتوفر على نسخته الأصلية باللاتينية، على مقطع يقدم فيه ديكارت التفسير التالي: «عندما يكون جسم ما في حالة سكون، فإن *قوة*

معينة تجعله ساكناً بحيث يقاوم كل ما يدفعه إلى تغيير وضعه. كذلك عندما يتحرك، فإن *قوة* معينة تدفعه إلى الاستمرار في حركته بالسرعة نفسها ونحو الاتجاه نفسه»[3]. وقد أشار ديكارت إلى هذه القوة بكلمة vis.

بعد أن فحص نيوتن بتوتّر كل الوثائق المتوفرة لديه والتي يمكن أن تظهر فيها هذه الكلمة، وجد فعلاً بأنها مستعمَلة من قِبَل كبلر وهيجنز ووايس وكذلك مور الذي استخدمها في كتابه *خلود النفس*، حيث تحدث عن «قوة أو خاصية نظرية (...) قائمة في الأجسام الأرضية». هكذا تمّ في هذه الجملة استعمال صيغة vis insita للتعبير عن المفهوم[4]. وقد عمل نيوتن على التحقّق من دلالة النعت insita وهو اسم مفعول Inserer الذي يعني «المغروس» أو «المُطَعَّم»؛ واقتنع بهذا النعت معبراً عن ذلك بقوله: «أدعو *vis insita* كل ما يدفع الجسم إلى الحفاظ على حركته وفق خط مستقيم»[5].

لم يسْع نيوتن إذاً إلى تعريف المبدأ الفاعل، بل إلى تسميته فقط بعد أن «أبعده» عن *الميل إلى الحركة* الديكارتي. ولإتمام هذه المرحلة الأولى من مبادرته، استثمر القانون المنظم لفعل *الميل conatus* والذي صاغه ديكارت كما يلي: «يظل كل شيء على حاله عندما لا يغيره أي شيءٍ»[6]. وكذلك «فإن

كل جسم متحرك يميل إلى الاستمرار في حركته (بسرعة ثابتة) وعلى خط مستقيم»[7]. إلا أن نيوتن سيقوم بصياغة هذا القانون بطريقته قائلاً: «يظل كل جسم في حالته الساكنة أو في حركته المستقيمة والمنتظمة، اللهم إذا ما تم الدفع به إلى تغيير هذه الحالة». وسيضع هذا النص جانباً في انتظار استعماله في اللحظة المناسبة.

لكن ما المقصود بالضبط بصيغة vis insita التي ستصبح هي قوة العطالة أو الجمود؟ في الترجمة الفرنسية للكتاب المذكور، التي قام بها الأب بيكو Picot بموافقة ديكارت (وربما بمساهمة منه)، وضعت كلمة «قوة» كمقابل لكلمة «vis»، مثلما جاء في العبارة التالية: «عندما يتحرك الجسم، فإنه *يتوفر على القوة* للاستمرار في التحرك» (التشديد بالحروف المائلة موجود في النص الأصل). لكن ديكارت لم يكن يفهم لفظة «قوة» بالمعنى الذي نفهمه اليوم. وهو ما فسره في رسالة موجهة إلى الأب مارسين جاء فيها: «لقد فهمتم أخيراً مدلول كلمة *قوة* بالمعنى الذي أقصده عندما أقول يجب التوفر على القوة نفسها لرفع وزن 100 رطل بعلو قدم و50 رطلاً بعلو قدمين»[8].

لقد اعتبر بعضهم بأن صيغة vis insita تعني قوة العطالة؛ لكن هذا الرأي هو مجرد التفاف حول الصعوبة القائمة.

وبالفعل، تبدو هذه «القوة» عجيبة لأنها لا تضفي أي تسارع على الجسم الذي تؤثر فيه! فكل محاولة للخروج تتعثّر أمام هذه التناقضات، وهذا أمر بديهي! ذلك أن المسألة تتعلق بمبدأ فاعل وبقدرة داخلية أو ضمنية، وليس بـ«قوة» بالمعنى الحديث للكلمة؛ وهو ما انتبه إليه نيوتن بخصوص ظاهرة الحركة المستقيمة والمنتظمة.

عجلة كريستيان هيجنز الكبيرة

إذا كانت مسألة «الحركة المباشرة» قد «حُلّت»، فإن مسألة الحركة «الجاذبة» لم تكن قد عرفت طريقها إلى الحل بعد. وللإحاطة بهذه الحركة عن قرب، ينبغي التعرف على أعمال كريستيان هيجنز. فعندما ازداد نيوتن سنة 1642 كان هيجنز يبلغ من العمر ثلاث عشرة سنة؛ وفي سنة 1660، وبينما كان الأول يتابع دراسته بكامبريدج، كان الثاني يتحاور مع أبرز عقول عصره، مثل بليز باسكال وجيل بيرسون دو روبير فال G. P de Roberval بباريس وجون واليس وروبير بويل بلندن.

في السنة التالية، تسجل هيجنز بالكلية البروتستانتية بمدينة أنجي Angers وشارك في أول اجتماع لأكاديمية العلوم سنة 1666، بمكتبة الملك الموجودة بشارع فيفيان

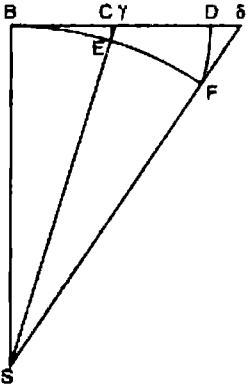
Vivienne، وهي الأكاديمية التي أسسها كولبير Colbert بأمر من لويس الرابع عشر. بعد مرور سبع سنوات، سينهي بالموقع نفسه مؤلفه الموسوم *بالساعة المجهزة بنواس* المُهدى إلى لويس الرابع عشر والذي أعلن فيه عن أهم اكتشافاته المتعلقة بدراسة الحركة[9].

قرأ نيوتن الكتاب واكتشف في صفحاته الأخيرة ثلاثة عشر «مقترحاً» بخصوص الحركة الدائرية، أعلن عنها هيجنز من دون البرهنة عليها. وتتضمن المقترحات الثمانية الأخيرة دراسة مفصلة «للنّواس المخروطي» (الذي يتشكل من جسم معلق بخيط يحرك «بطريقة دائرية»، بحيث يرسم الخيط شكلاً مخروطياً في الفضاء). أما المقترحات الخمسة الأخرى فتعالج مسألة مقلاع ديكارت.

يعتبر هيجنز الجاذبية «ميلاً» نحو السقوط وبذلك استعمل كلمة ديكارت نفسها وهي conatus (ميل). فعندما نعلق «جسماً منجذباً» بخيط، يتجلى هذا *الميل على شكل* شَدّ للخيط. ولتحديد هذا الشد يجب ملاحظة «أول حركة للجسم المنجذب في زمن وجيز، مباشرة بعد انقطاع الخيط». هكذا يُضبط *الميل* مباشرة قبل أن «يختفي».

سيطلب منا هيجنز بأن نتخيل عجلة كبيرة قُيّد بها شخص بشكل يمنع من سقوطه. ويحمل هذا الشخص

خيطاً عُلِّقت كرة ثقيلة بطرفه. هكذا، بتحرك العجلة يمتد الخيط وتميل الكرة إلى الابتعاد بتأثير ما دعاه هيجنز *بالقوة المُبْعِدة عن المركز vis centrifuga*. فعندما تكون سرعة الدوران كافية تبدو الكرة مشدودة بخيط موصول بمركز العجلة؛ وحينما يبلغ الشخص المذكور النقطة B فإنه يترك الكرة التي تبتعد بمحاذاة خط التماس BCD بالسرعة نفسها المستمدة من العجلة. أما عندما يصل الشخص إلى النقطة E، فإن الكرة تبلغ النقطة C؛ وحينما يصل إلى النقطة F تكون الكرة عند النقطة D وهكذا دواليك.



أين توجد هذه النقط إذاً؟

سيفسر هيجنز الأمر كما يلي: إذا كانت الأقواس BE و EF الخ. صغيرة *جداً*، أي إذا لاحظنا هذه الظاهرة بمجرد

تكونها، عندئذ ستسقط هذه النقط تقريباً على امتداد الأشعة SE وSF الخ. في ضوء ذلك، ستبتعد الكرة عن الشخص، على امتداد الشعاع الذي قيّد بطرفه. فماذا سيلاحظ إذاً؟ سيلاحظ بأن الفضاءات FD وEg الخ تتزايد مثل المربعات 1، 4، 9، 16، كلما كانت الأقواس EF وBE الخ أصغر. فهل تخضع هذه المتوالية لقانون معين؟ وما هو بالضبط؟

إن الأمر يتعلق بكل بساطة بقانون سقوط الأجسام الذي اكتشفه غاليلي.

قانون سُقوط الأجسام

عمل غاليلي في إقامته الهادئة بأرسيتري Arcetri، حيث كان يعيش منفياً منذ الحكم الصادر بحقه سنة 1633، خلال محاكمته الثانية، على تحرير *خطاباته* في شكل حوارات بين ثلاثة متدخلين. فقد تم الإعلان في هذا الكتاب عن صياغة «علميْن جديديْن» يعالج أحدهما الحركة المستقيمة والمنتظمة وكذلك الحركة المتسارعة «بانتظام» أو «بشكل طبيعي»[10]. ومما جاء فيه: «أقول إن الحركة تكون متسارعة بانتظام، عندما تتلقى انطلاقاً من حالة السكون زيادات (أو إضافات) متساوية في سرعتها ومتزامنة». وقد عبر غاليلي

عن انبهاره من كون الطبيعة اختارت «للتعبير عن ذاتها» صنفاً من الحركة متسماً بالبساطة: «فمن عادة الطبيعة التصرف باستخدام أكثر الوسائل ألفة وبساطة وسهولة. وعندما ألاحظ سقوط حجر من علوّ معين، انطلاقاً من حالة ساكنة، حيث تخضع باستمرار لتسارعات جديدة، فما الذي سيمنعني من الاعتقاد بأن هذه الإضافات وقعت وفق أبسط النسب وأكثرها بداهة؟ والحال أننا إذا تأملنا الأمر، فسندرك عدم وجود أي إضافة ولا أي تزايد أبسط من التزايد الذي يتكرر دوماً بالطريقة نفسها». وفي الواقع، فإن هذا القانون يجسد البساطة ذاتها. «فإذا سقط جسم متحرك انطلاقاً من حالته الساكنة، وكان خاضعاً لحركة متسارعة بانتظام، فإن الأمكنة التي يجتازها في أزمنة معينة تصبح مضاعفة، أي مثل مربعات مثل هذه الأزمنة»[11].

لنعدْ إلى هيجنز. فحسب قانون غاليلي تتزايد الأمكنة التي يجتازها الجسم الساقط بفعل الثقالة، مثل مربعات الزمن، 1، 4، 9، 16. وباختصار، وهذا هو الأمر المثير هنا، فإن الشخص المقيَّد بالعجلة يعاين ابتعاد الكرة عنه تماماً وكأنها تسقط «من دون أن يعترضها أي حاجز»، بتأثير من الثقالة وحدها. *فميل* الجسم الدائر يتوفر على خصائص الجاذبية نفسها؛ وهذه نتيجة مذهلة سيعلن عنها بالصيغة

التالية: «إن *ميل* كرة مربوطة بعجلة متحركة دائرياً، يظل هو نفسه عندما تسعى هذه الحركة إلى التقدم وفق حركة منتظمة ومتسارعة باتجاه شعاع العجلة. وفعلاً، يكفي أن نلاحظ هذه المتوالية *عند البداية*؛ أما في ما بعد فبإمكان الحركة أن تخضع لأي قانون، لأن ذلك لن يغير *الميل* الموجود عند بداية الحركة؛ فهو شبيه بميل الجسم المعلق بخيط»[12].

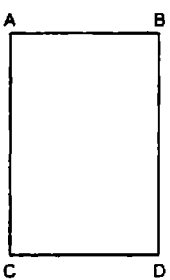
القوة المندفعة صوب المركز

كان نيوتن على علم بأن القوة المبعَدة عن المركز تعبر عن ميل إلى «الهروب» من هذا الأخير. ومع ذلك، تساءل عما إذا لم يكن هناك شيء يمنع هذا الميل من التعبير عن ذاته، ما دامت الكرة مربوطة بالعجلة. بالتالي، يوجد «مبدأ فاعل» آخر، يتصف بجذب أو إرجاع الجسم صوب المركز، داخل الحركة الدائرية. وعلى غرار التسمية التي اقترحها هيجنز، دعا نيوتن هذا المبدأ *بالقوة المندفعة صوب المركز*، وعرفه كما يلي: «أدعو *القوة المندفعة صوب المركز*، ما يجرّ أو يجذب جسماً باتجاه نقطة معينة هي بمثابة مركز»[13].

رغم ذلك، فإن المشكلة لم تُحَل نهائياً. فإذا كان هذان المبدآن الفاعلان يسمحان بتفسير الحركة الدائرية، فكيف نؤلف بينهما، وكيف نوفق بين أفعالهما عندما يؤثران

بشكل متزامن على الجسم؟ وقد سبق لديكارت أن كتب بهذا الصدد ما يلي: «غالباً ما يحدث أن تؤثر أسباب مختلفة جميعها على الجسم نفسه، مما يعرقل تأثير بعضها أو يمنع الجسم من القيام بمجهود من أجل التوجه صوب مختلف الجوانب في الوقت نفسه»[14]. ويجب ألا ننسى مع ذلك، بأن «كل جسم يتوفر أساساً على حركة واحدة خاصة به»[15].

سيضيف ديكارت قائلاً: «يمكننا اعتبار أن هذه الحركة الوحيدة مركبة من عدة حركات أخرى[16] (..) وعلى سبيل المثال، إذا قمنا بتحريك A صوب B بتزامن مع سقوط خط AB، فإن الخط AD المرسوم من النقطة A (سيخضع) لكل من حركة A باتجاه B وحركة AB باتجاه CD، وهما حركتان مستقيمتان».

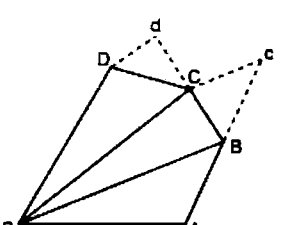


لكنه سينتبه إلى الأمر التالي قائلاً: «بالرغم من أهمية إدراكنا أحياناً للحركة المتعددة المكونات، وهو ما يسمح لنا

بالتوفر على معرفة أوضح، إلا أن من الضروري التأكيد على أن اعتمادنا يقوم دوماً على مكون واحد داخل كل جسم»[17].

سيرفض نيوتن هذا الرأي معتبراً بأنه إذا أثر مبدآن فاعلان بشكل مستقل على الجسم، فيجب أن تكون *الحركتان* المتولدتان عنهما مستقلتين أيضاً؛ ولا يمكنهما أن تشكلاً «حركة وحيدة» إلا بصفتهما «مُحَصَّلتين». ولتأكيد هذه القناعة، صاغ الفرضية التالية: «لا يتم نقل جسم ما في زمن معين، من طرف قوى عديدة تؤثر جميعها بالشكل نفسه، إلا إذا أثرت فيه الواحدة تلو الأخرى بشكل منفصل».

في هذا الإطار، تصورْ جسماً متنقلاً على خط مستقيم بسرعة ثابتة وبتأثير من قوته الداخلية، بحيث «ينقسم الزمن إلى فواصل متساوية ويرسم الجسم المستقيم AB خلال الفاصل الزمني الأول. وإذا لم يواجه أي عائق، فإنه سيستمر في خط مستقيم خلال الفاصل الزمني الثاني وسيرسم المستقيم BC المساوي للمستقيم AB»[18].



لكن الجسم لا يستمر على خط مستقيم، إذ أن المركز S يوجد في مجاله ويمكنه أن يحوله عن مساره. بالتالي، عندما يصل الجسم إلى النقطة B فإنه يتلقى «دفعة وحيدة لكنها مهمة»، ناجمة عن *القوة المندفعة صوب المركز* التي «تجره» أو «تجذبه» باتجاه المركز. ونشير هنا إلى أن القوة المذكورة المؤثرة في الجسم، توجد بشكل آني، حسب منظور نيوتن، *داخل الجسم ذاته*.

على أي شيء تقوم هذه الدفعة؟

لقد استثمر نيوتن النموذج الذي تصوره ديكارت لتفسير انكسار الأشعة الضوئية عند اختراق الهاء للماء[19]. فانطلاقاً من النقطة B يقوم الجسم بتحويل مساره، ما دام خاضعاً لحركتين، تدفعه إحداهما باتجاه BC و«ترجعه» الأخرى إلى المركز S.

بقي أمر آخر عالقاً، وهو تركيب الحركتين. وتبدو الطريقة التي يقترحها ديكارت هي الأكثر طبيعية، لكن كيف يمكن تبريرها؟ هنا أصبح من اللازم العودة إلى كبلر ومرة أخرى، سيستغرق نيوتن في قراءة كتاب *علم الفلك الجديد*.

الهوامش

1) R. Descartes, *Le Monde, Œuvres, op. cit.*, vol. XI, p. 45.

2) R. Descartes, *Principia philosophiae,* Livre III, § 56, in Œuvres, op. cit., vol. VIII.
صدرت الطبعة الأصلية باللاتينية سنة 1644 بأمستردام، وربما توفر نيوتن على الطبعة المنقحة بعنوان: *Ultima editio cum optimis collata, diligenter recognita et mendis expurgata* الصادرة سنة 1656 والتي أعيد نشرها سنة 1664، حيث اعتبرت طبعة لاتينية نهائية لهذا البحث.

3) Ibid., Livre II, § 43, in vol. VIII.

4) إن العبارة الإنجليزية التالية:
An innate force or quality (which is called heaviness) implanted in earthly bodies,(The Immortality of the Soul, op. cit., p. 192).
قد ظهرت في الترجمة اللاتينية على الشكل التالي:
Innatam quandam vim vel qualitatem(quae Gravitas dicitur)corporibus terrestribusinsitam Cf. Encgiridion Metaphysicum, J. Macock, Londres, 1679.

5) I. Newton, *De Motu, Def. 2.*

6) R. Descartes, *Principia,* Livre II, § 37, op. cit.

7) Ibid., § 39.

8) Lettre de Descartes à Marsenne, 15 novembre 1638, op. cit., vol. II, p. 432.

9) C. Huygens, *Horologium Oscillatotum,* reproduit dans *Les œuvres complètes de Christian Huygens(22 volumes),* Société hollandaise des sciences, La Haye, 1888 – 1950, vol. XVIII.

10) G. Galilée, *Discorsi e demonstrazioni matematiche*

intorno a due nuove scienze,1638, reproduit dans *Les œuvres complètes de Galilée,* édition italienne, Florence, 1908, p. 130.

11) Ibid., Théorème II, Proposition 2.

12) C. Huygens, *œuvres complètes, op. cit.,* vol. XVI, p. 266.

13) I. Newton, *De Motu corporum in gyrum,* Portsmouth Papers, Cambridge University Library, MS 3965, 7, f. 65r Def. 1.

14) R. Descartes, *Principia philosophiae, Livre III, § 57, op. cit.*

15) Ibid., Livre II, § 31.

16) Ibid., § 32.

17) Ibid.

18) I. Newton, *De Motu, op. cit.,* Theorema 1.

19) حسب هذا النموذج، عندما يتجه شعاع ضوئي بخط مستقيم صوب سطح الماء، يلتقي بمجرد بلوغه السطح المذكور، «بشبكة ضيقة الثقوب» (أو شبكة). وينتج عن ذلك «اصطدام» يؤدي به إلى تحويل اتجاهه. انظر:

R. Descartes, *La Dioptrique,* Livre II, § 6, p. 99 de l'édition latine du *Discours de la méthode(Specimina)* utilisée par Newton.

ويشكل هذا النموذج أيضاً الأساس الذي انبنى عليه مفهوم «الصدمة الجانبية» لدى ورين (انظر المقطع بعنوان: **علماء الفلك يتشاورون في ما بينهم**).

أسرار الإهْليلج

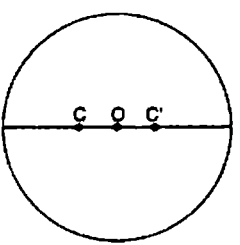
قوانين كبلر

تطلبت حسابات كبلر المتعلقة بالنظام الشمسي أكثر من ربع قرن، وهي المدة التي عاش فيها هذا العالم في فقر مدقع. فقد كان مستخدمه، وهو الإمبراطور رودولف الثاني، يمنحه نصف الأجر الممنوح لتيكو براهي، فضلاً عن تلقيه لأجره في فترات «غير منتظمة». وللتخفيف من هذا الوضع، كان كبلر يصنع ويبيع تقويمات يتوقع فيها «حالة الطقس ومآل الأمراء وانتفاضات الفلاحين»[1] الخ... وكذلك تهديدات الغزو التركي! ومع ذلك، لم يمنعه البؤس من استخلاص القوانين الثلاثة للنظام الكوني بفضل حساباته، وهي القوانين التي ستضمن مجده المستقبلي.

كان كبلر مقتنعاً بنتائج كوبرنيك، لكنه تبنى مع ذلك خلاصة النظام الذي أنجزه بطليموس بالإسكندرية في القرن الأول الميلادي وأقرّ فيه بأن كل كوكب ينتقل عبر دائرة ينحرف مركزها بالنسبة «لمركز العالم». كانت الفكرة بسيطة وسيستخلص منها كبلر نتيجة مهمة كان يكفي التفكير في ذلك، كما هو الشان بالنسبة «لبيضة»

كولومبوس (وهي إشارة إلى حل قدمه كريستوف كولمبوس أمام عجز كل الحاضرين، حيث عَقَّبَ إثر ذلك بعبارة شهيرة وهي: كان يكفي التفكير في ذلك –المترجم –).

هكذا، رسم على ورقة دائرة بمركز 0، يُفترض أن الكوكب يرسمها داخل النظام. وعلى مسافات متساوية من هذه النقطة، اكتشف النقطة C' التي دعاها بنقطة «معدل المسار» ووضع «مركز العالم «بالنقطة C، وهو المركز الذي تنبثق منه القوة أو «الخاصية» المحركة للكوكب في نظره.



لقد وضع كبلر من دون علم أساس النموذج المستقبلي «لعلم الفلك الجديد» (ولكي يحصل على هذا النموذج النهائي، كان يكفيه بكل بساطة تحويل الدائرة التي انحرف مركزها، إلى إهليلج). لكن قبل أن يصل إلى هذه النتيجة، كان عليه القيام ببعض الخطوات الحاسمة.

بداية، سيقر مع بطليموس الذي اكتشف المفهوم، بأن الكوكب يرسم الدائرة التي انحرف مركزها بسرعة متغيرة،

في حين يبدو وكأنه يرسم دائرة أخرى بسرعة *ثابتة*؛ وهي دائرة بشعاع الدائرة الأولى نفسها، لكن مركزها يتمثل في نقطة معدل المسار.

سيرسم كبلر هذه الدائرة بالنقط على ورقته. وهنا ستتدخل عبقريته المبدعة؛ ذلك أن الدائرتين معاً ستقدمان وصفاً رياضياً، أي مجرداً، لحركة الكوكب. سيدرك كبلر إثر ذلك بأن المطلوب منه فقط، هو تحليل هذا الوضع بدقة لكي يتوصل إلى نتائج جديدة. فالكوكب يتنقل على الدائرة التي انحرف مركزها بسرعة متغير. فما هو «القانون» المتحكم في تغير السرعة؟

لاكتشاف هذا القانون، وضع كبلر على الدائرة المذكورة قوسين متساويين وصغيرين جداً هما: AB في المنطقة التي يكون فيها الكوكب بأبعد نقطة عن «مركز العالم» وPQ في المنطقة التي يكون فيها بأقرب نقطة. ولتحديد السرعة التي يرسم بها الكوكب هذين القوسين، احتاج إلى «ساعة» تسمح له بقياس الزمن. هكذا زودته الدائرة المرسومة بالنقط، بـ«ميناء الساعة» وزوده «الشعاع الموجه» المتخيل، الذي يربط الكوكب بمركز هذه الدائرة، بـ«عقرب الساعة». ويبدو اشتغال هذه الساعة بسيطاً، فعندما يتجه الكوكب من A إلى B، «يكنس» العقرب

مساحة المثلث A' C' B وعندما يتجم من P إلى Q «يكنس» العقرب المذكور مساحة المثلث Q' C' P'، بذلك يقيس القوسان A' B' و P' Q' الزمن الذي يستغرقه الكوكب لرسمهما على منحرف المركز. ونظراً لكون كبلر عالماً هندسياً بارعاً، فإنه لم يجد أي صعوبة في الإقرار بأن هذين القوسين عندما يكونان *صغيرين جداً*، فإن إشارة A' B' بالساعة تكون بالنسبة للإشارة P' Q' مثلما هي مسافة CP بالنسبة لمسافة CA.

سيستخلص كبلر في ضوء ذلك بأن سرعة الكوكب متناسبة عكسياً مع المسافة التي تفصلها عن «مركز العالم»؛ وهي الخلاصة التي صاغها بطريقة ميتافيزيقية أكثر، كما يلي: «إن الخاصية المحركة للكواكب بشكل دائري، تنقص مثل المسافة (الفاصلة) عن المصدر». هكذا، ستستدعي هذه النتيجة صياغة بديلة. فإذا كنا نستعمل الساعة لقياس الزمن، بحيث نتوفر على الدائرة التي انحرف مركزها «كميناء»، وعلى الشعاع الموجه الذي يربط الكوكب بمركز العالم كـ «عقرب»، فإن هذا الأخير المتغير الطول «يكنس مساحات متساوية، عبر أزمنة متساوية أيضاً». وهذا هو القانون الأول لكبلر[2].

بقي أمر آخر، هو دراسة حركة كوكب محدد. وقد

اختار كبلر كوكب المريخ الذي ترك عنه تيكو براهي لوائح ذات دقة لا تُضَاهَى. ففي الحركة المدارية للمريخ، يحدث أن يوجد في وضعية «تقابل» مع الشمس والأرض، أي أن يوجد في الامتداد المضبوط للخط المتخيل الذي يمر عبر الشمس والأرض. وكان تيكو براهي قد سجل بعناية 12 تقابلاً، استخدمها لبناء منحرف المركز بالنسبة للمريخ.

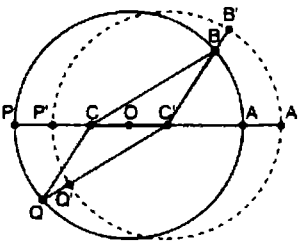
غير أن هذا البناء لم يُرْض كبلر؛ فمن جهة وضع تيكو الأرض في «مركز العالم» بدل الشمس؛ ومن جهة أخرى، لم يعمل مركز المنحرف المذكور على تقسيم المستقيم الذي يربط «مركز العالم» بنقطة معدل المسار، إلى جزءين متساويين، كما هو متوقع في نظره. وبعد أن قام بالحساب من جديد، وضع الشمس بمركز العالم ووضع الأرض على دائرة منحرفة المركز ومنح المريخ منحرف المركز، مع تنصيف bissection دقيق للانحراف عن المركز، وهي الرضية التي ظل متشبثاً بها!

بتزامن مع ذلك، استخدم أربعة خطوط للطول متقابلة بالمريخ، وعمل على حساب وإعادة حساب منحرف المركز (أكثر من 70 مرة على حد قوله) إلى أن حصل على نتائج متطابقة. سيكون الفارق بين وضعية منحرف المركز المستخلصة والوضعية الملاحظة في حينها، من بين

وضعيات أخرى، هو ثمان دقائق بالنسبة للقوس. وهذا فارق ضئيل عموماً؛ وبإمكان شخص آخر غير كبلر اعتباره كذلك. لكن بالنسبة لعالِمنا (الذي كان يثق في قياسات تيكو بشكل مطلق)، فإن هذا الخطأ حاسم، حيث اقتنع من خلاله بأن منحرف المركز بالمريخ لا يمكن أن يكون مجرد دائرة، لذلك يتعين استخدام «شكل إهليلجي». جرب كيبلر الشكل المذكور فنجحت التجربة، لكن هذا الشكل كان «في حاجة إلى تدقيق»[3] فقام بتعديله وإذا بالأمور انتظمت فجأة، «فقد تحركت الكواكب حول الشمس إهليلجياً واحتلت الشمس المركز»[4]. بذلك برز القانون الثاني لكبلر.

في سنة 1612، اعتلى الإمبراطور ماتياس Matthias العرش خلفاً لرودولف الثاني. وبعد أن حصل كبلر على موافقته، غادر براغ إلى لينز Lenz التي سيقضي فيها الثلاث عشرة سنة الأخيرة من حياته. وقد أصدر بهذه المدينة سنة 1618، كتابه *العوالم المتناغمة* وأعلن فيه عن «قانونه الثالث» وهو كالآتي من المؤكد أن التناسب الموجود بين دورات كوكبيْن، هو بالضبط أس 2/3 ((sequialtera لمتوسط مسافاتهما، أي لمداراتهما ذاتها»[5]. وهو القانون الذي نعبر عنه بالصيغة المكثفة التالية: «إن مربعات دوران الكواكب

متناسبة مع مكعبات متوسط مسافاتها عن الشمس».



أعلن كبلر بحماس كبير وبنوع من الحبور في مقدمة كتابه ما يلي: «الآن ومنذ الفجر الذي بزغ في الثمانية أشهر الماضية وواضحة النهار التي تجلت في الثلاثة أشهر الماضية ومنذ الأيام الأخيرة التي أضاءت فيها الشمس تأملاتي الرائعة، لا شيء يمكنه أن يقف في طريقي الآن. وأنا أعترف بجرأة وبدون مواربة بأنني سرقت مراكب المصريين الذهبية لكي أشيد خيمة لربي، بعيداً عن الحدود المصرية». وأضاف بنبرة روحية: «لقد قُضِي الأمر، فها أنا ألفت كتابي!»؛ ثم مضى إلى حال سبيله.

التَّمَثُّل الهَنْدسي للعالم

أدرك نيوتن بأنه إذا أراد لنموذجه «الساذج» المتعلق بالحركة الدائرية أن يعمل بشكل صحيح، فيجب عليه أن يخضع لقوانين كبلر، على الأقل القانون الأول، بحيث

ينبغي أن يقوم «الشعاع الموجه» المتخيل، الذي يربط الجسم المتحرك بالمركز، بكنس «مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية». لكن، أين ستتموقع النقطة C لكي تكون مساحة المثلث SBC التي كنسها الشعاع الموجه في الفاصل الزمني الثاني، مساوية لمساحة المثلث SAB التي تم كنْسها في الفاصل الزمني الأول؟

حَلَّ نيوتن بسهولة هذه المشكلة الهندسية البسيطة، حيث رسم cC الموازية لـ SB(انظر الشكل 5). بذلك، أصبح قانون المساحات مُرْضياً بشكل مباشر. وفضلاً عن ذلك، فإن هذا البناء يتطابق مع البناء الذي أوصى به ديكارت لتركيب الحركات. في تلك اللحظة بالذات، وقع الحادث الحاسم في تاريخ العلوم. فقد اقتنع نيوتن، المدرك «للمهمة» الموكولة إليه، بأن كبلر «حدس» فقط هذا القانون، أما هو –نيوتن– فقد «برهن» عليه، لذلك أصبح هذا القانون *ملكاً له*. وعلى الفور أخذ الريشة وكتب ما يلي: «إذاً بأزمنة متساوية نرسم مساحات متساوية»؛ ثم قام بصياغة شرح مواكب لرسمه البياني جاء فيه: «إن كل الأجسام الدائرة ترسم من خلال الأشعة المتجهة صوب المركز، مساحات متناسبة مع الزمن». كان هذا هو «قانون المساحات» لكبلر، فهل «برهن» عليه نيوتن حقاً؟

ذلك هو رأي بعض الشارحين: «فقد صاغ كبلر هذا القانون في كتابه «*علم الفلك الجديد* «سنة 1609 (...)، لذلك فإن المسألة لم تكن جديدة كل الجدة على ما يبدو، عندما قام نيوتن بالبرهنة من جديد على مبدأ معروف. لكن، إذا تفحصنا الأمر جيداً، فسيتضح بأن برهنة نيوتن جديدة بشكل مثير. فهو تقبّل المبدأ كنقطة انطلاق لنظريته، وأعلن عنه في كليته وبرهن عليه باقتصاد مدهش في الوسائل المستخدمة»[6].

يتجلى الطابع المدهش لهذا الاقتصاد، حسب الشارح، في كون نيوتون «برهن من جديد» على «مبدأ معروف»، اتخذه «كنقطة انطلاق لنظريته». فعندما تؤثر *القوة الداخلية* على جسم، فإن تأثيرها الوحيد يتمثل في الحفاظ على حالة سكون أو حركة هذا الجسم. أما *القوة المندفعة صوب المركز*، فتؤثر فيه بشكل مغاير، إذ هي تدرِج بالجسم حركة متجهة صوب المركز. فكيف نحدّد هذه الحركة ؟

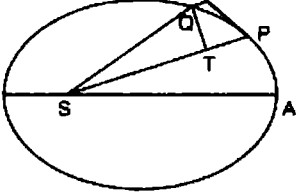
لم يتردد نيوتن طويلاً في الإجابة، إذ اعتبر بأن القوة المندفعة صوب المركز هي عكس القوة المبْعِدة عن المركز لدى هيجنز، حيث أكد على أنه باستثناء تأثيرها المتجه دوماً صوب المركز، فإن خصائص القوتين متشابهة. بعد تأكده من ذلك، قرأ من جديد قضايا كتاب هيجنز عن *الساعة*

المجهزة بنواس، التي تحدد وتحصي وتصنف خصائص القوة المبعدة عن المركز، ووجد أن قضيتيْن من بينها تستجيبان مباشرة لانشغالاته. يتعلق الأمر بالقضية الثانية التي مفادها: «عندما يدور جسمان متحركان بشكل متساو في دوائر متساوية وبسرعة مختلفة، مع انتظام حركة كل واحد منهما، فإن *القوة المبعدة عن المركز* لأسرع جسم تتناسب مع مربع سرعة حركة الجسم الأبطأ»؛ وأيضاً بالقضية الثالثة التي تفيد ما يلي: «عندما يتحرك جسمان متساويان بالحركة نفسها، داخل دوائر غير متساوية، فإن *القوى المبعدة عن المركز*، تتناسب عكسياً مع قطر الدوائر».

هكذا، جمع نيوتن القضيتين في صيغة مركزة، لوصف اشتغال *القوة المندفعة صوب المركز*. «فهذه القوة المؤثرة على جسم يدور حول دائرة، تتناسب مع مربع السرعة وعكسياً مع شعاع الدائرة». وهنا سيستثمر أيضاً الصيغة الأساسية لهيجنز التي تتعلّق بضرورة التقاط *الميل* مباشرة قبل أن يختفي. «فالمكان الذي يرسمه جسم بتأثيرٍ من القوة المندفعة صوب المركز، هو بالنظر إلى ذلك ذو زمن مضاعف عند بداية حركته». لهذا، لم تعد القوة المذكورة خاضعة للتصور المجرد بعد هذه التوضيحات، إذ أصبح بالإمكان من الآن فصاعداً إدراجها في الحسابات. لقد تحدث نيوتن

عن «المكان الذي يقطعه (الجسم الخاضع لهذه القوة)عند بداية حركته». لكن عن أي «مكان» يتحدث؟ تلك هي المسألة الأساسية.

سيعود نيوتن إلى الرسم البياني للعجلة الكبيرة، الذي وضعه هيجنز، وسيتصور بأن الجسم المنطلق من النقطة P، ينتقل عبر خط مستقيم باتجاه النقطة R التي سيبلغها في مدة زمنية قصيرة، ما لم تزوده *القوة المندفعة صوب المركز* بحركة متجهة نحو المركز S. وستسمح له هذه الحركة بالانتقال من النقطة R إلى النقطة Q، وعندما تكون المدة الزمنية «قصيرة جداً»، فإن المسار RQ يشكل المكان الذي يجتازه الجسم بتأثير من القوة المذكورة «عند بداية» هذه العملية.



للحديث بشكل فعال عن هذا المكان، سيدعوه نيوتن، باللاتينية طبعاً، Spatium speratum أو المكان المأمول[7]. وحسب تصور هيجنز، فإن هذا المكان «هو بالنظر إلى هذا

المعطى، ذو زمن مضاعف». فكم من الوقت سيستغرقه الجسم لقطعه؟

سبق لغاليلي أن حدد الزمن مستعملاً «ساعة رملية» منتظمة من ابتكاره[8] لقياس الزمن في تجاربه المتعلقة بتدحرج كرة فوق سطح مائل. كما سبق لهيجنز، خلال تجاربه على النواس، أن استخدم ساعات صنعها بدقة. لكن، كيف يمكن قياس الزمن إذا تعلق الأمر، كما هو الشأن لدى نيوتن، بتأملات «هندسية» خالصة؟ نحن في هذه الحالة لا نقيس الزمن، بل نمثّله. فقانون المساحات يشير إلى أن الزمن يتناسب مع المساحة المكنوسة من قِبل الشعاع الموجه والمتخيل، الذي يربط الجسم المتحرك بالمركز الذي يدور حوله. وحسب هذه الخطاطة التي تخيلها نيوتن، فإن الجسم يستغرق الزمن نفسه للانتقال من P إلى R ومن R إلى Q وبالتالي من P إلى Q. وعندما يتجه الجسم من P إلى Q، فإن «الشعاع الموجه» الذي يربطه بالمركز يكنس مساحة القطاع SPQ. *ففي بداية الحركة*، أي حينما يكون القوس PQ «صغيراً جداً»، تكون هذه المساحة مساوية تقريباً لمساحة المثلث SPQ، وهي نصف حاصل ضرب SP. QT أي قاعدة المثلث SP مضروبة في الارتفاع QT. بعد إلغاء العامل 2/1 الذي لا يلعب أي دور، يمكن استخدام

حاصل ضرب QT. SP كقياس زمني للتوجه من P إلى Q وبالتالي من R إلى Q، أي لاجتياز طول المكان المذكور *Spatium speratum*. بهذه النتيجة حوَّل نيوتن الميكانيكا من علم للحركة إلى «علم للأشكال»؛ وبقي عليه استثمار إمكانيات هذا التحويل، وهي إمكانيات لا تحصى.

خيمة الربّ

المكان والزمان المحددان لاجتيازه أظهرا معاً *القوة المندفعة صوب المركز*، باعتبارها مسؤولة عن الحركة التي تنقل الجسم من النقطة R إلى النقطة Q. فمن خلال قسمة المكان على الزمان نحصل على السرعة المكتسبة من طرف الجسم عند نهاية المسار. ويكفي هذا المعطى لتوصيف *القوة* المذكورة، بالعلاقة مع المسألة المطروحة. ومع ذلك، لم يكن نيوتن راضياً عن هذه النتيجة، بل على العكس ستؤثر انشغالات أخرى على حكمه واختياراته.

يتعلق أحد هذه الانشغالات بمقطع في العهد الجديد من الكتاب المقدس، أعلن فيه الحواري بولس أمام الغالاطيين ما يلي: «لكن القدس العالية حرة وهي أمنا»[٩]. وقد كان نيوتن مقتنعاً بأن عبارة «القدس العالية «تعني» أن هذه المدينة لا تتوفر فقط على الطول والعرض مثل المدن الأخرى، بل

إنها ترتفع عالياً من الأرض إلى السماء»[10]. سيؤكد نيوتن في هذا الإطار بأن «القدس الجديدة» التي ستنبعث حسب الأنبياء في يوم القيامة، «ستظهر على شكل مكعب يتضمن العرش الإلهي بدون شمس ولا قمر ولا معبد؛ وهي إشارة إلى أن البناء سيكون روحياً».

لقد تم تحديد مساحة هذه المدينة أيضاً، حيث أعلن يوحنا بأنه قام بقياسها بعصاه، فوجد بأن مساحتها تبلغ 12 ألف عُلوة (وهي وحدة قياس قديمة)؛ كما أن طولها وعرضها وارتفاعها متساوية جميعها. سيستخلص نيوتن في ضوء ذلك «بأن هذه الكلمات الأخيرة تبين بأن مقياس 12 ألف علوة، يخص الأبعاد الثلاثة، بالتالي فهو قياس للحجم».

بعد أن اقتنع بهذه الأفكار، تابع دراسته للحركة الدائرية، متمنّياً في السر بأن يكتشف بداخلها حجماً (أي «زاوية مُجَسَّمة» تتضمن «مفتاح» سرّ حركة الكواكب. ففي نظره، تتمثل الطريقة البسيطة لتوصيف حركة «متسارعة بانتظام»، مثل الحركة المتولدة في *البداية، عن القوة المندفعة صوب المركز*، في تحديد التسارع أي السرعة التي حصل عليها الجسم بعد مرور ثانية من الزمن. وقد عبّر قانون غاليلي المُحَدِّد للحركة المتسارعة بانتظام، عن هذه العلاقة بصيغة: $a = 2s/t^2$، حيث تشير a إلى العدد و s إلى المكان و t

إلى الزمان. وإذا عوضنا RQ و SP. QT بـ s و t على التوالي في هذه المعادلة، فستصبح a متناسبة مع $RQ/(SP^2. QT^2)$.

غير أن نيوتن سيعبر عن هذه النتيجة بطريقة مختلفة وهي: «أن *القوة المندفعة صوب المركز*، متناسبة عكسياً $RQ/(QT^2 .SP^2)$».

فما هو السبب الذي دفعه إلى عدم اختيار الصيغة المباشرة؟ حسب رأي دقيق لأحد الشراح «فإن انشغال نيوتن على الأرجح (...) بواقعية البعد هو الذي جعله أميل إلى هذه الصيغة. ذلك أن $QR/(QT^2 .SP^2)$ الثلاثية الأبعاد هي زاوية مجسمة، في حين أن صيغة $RQ/(SP^2$ $QT^2)$ الثلاثية الأعداد أيضاً، لكنها لا تتوفر على دلالة حدسية» [11]. ومما لا شك فيه، أن نيوتن كان الوحيد الذي أدرك بعمق الدلالة «الميتافيزيقية» لصيغة «*هذه زاوية مجسمة*» التي توصل إليها؛ لأن هذه الصيغة التي استخدمها كمرتكز لتوصيف *القوة المندفعة صوب المركز* في مختلف الوضعيات، هي «الخيمة» التي يختفي فيها المفتاح الشهير.

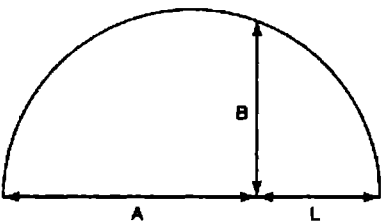
وبالرغم من تفضيل نيوتن استخدام الزاوية المجسمة $(SP^2. QT^2)/RQ$ لقياس *القوة* المذكورة، فإن العمليات الحسابية تبدو بشكل أوضح عند استعمال الصيغة «المباشرة» $(RQ/(SP^2. QT^2)$ التي يمكن أن تكتب على

الشكل التالي: $RQ/QT^2)/SP^2$. فما الداعي إلى كتابتها بهذا الشكل؟ لأنها عند تمثيلها تنقسم إلى عاملين، أحدهما خاضع حصرياً للطبيعة الهندسية للمنحنى المرسوم من طرف الجسم وهذه هي العلاقة RQ/QT^2؛ أما الآخر وهو SP^2 فيمثل بكل بساطة مربع مسافة الجسم عن المركز الذي يدور حوله. وهنا، نصل أخيراً إلى القانون الشهير حول «عكس المربع» الذي سيشكل منطلق هذه المغامرة برمتها!

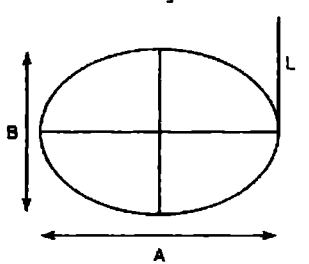
«لقد دقت ساعة الحقيقة» لنيوتن. لهذا تأكد أولاً من كون صيغته تطبق أبسط حالة وهي حالة الجسم الذي يدور حول دائرة12. بعد ذلك، انتقل إلى الحالة التي تهمه فعلاً وهي حالة الجسم الذي يدور حول الإهليلج. أما المسألة المطروحة هنا فهي بسيطة، إذ يتعلق الأمر هنا، مثلما هو الشأن بخصوص الدائرة، بتقدير العلاقة RQ/ QT^2 انطلاقاً من الخصائص الهندية للمنحنى.

لنقم برسم دائة قطرها D ولنحدد على هذا القطر نقطة معينة مختلفة عن المركز. تعمل هذه النقطة على تقسيم القطر إلى جزءين غير متساويين من حيث الطول وهما A وL. ثم لنرسمْ انطلاقاً من هذه النقطة الخط العمودي B. هكذا ستشكل الخطوط A،B،L المعطيات الأساسية للإهليلج

الذي يمثل A محوره الكبير وB محوره الصغير وL «جانبه الأيمن» كما دعاه نيوتن.



إن أسهل طريقة لرسم هذا الإهليلج تتمثل في تحديد هذين الموقعين أولاً. فالمسافة التي تفصل بينهما كافية بالنسبة للعلاقة $B^2 - A^2 = F^2$. بعد تحديد الموقعين[13]، سيسهل رسم الإهليلج، إذ أن حاصل مسافات كل نقطة داخل الموقعين، يظل ثابتاً ومساوياً لطول المحور الكبير. ويتوفر *الجانب الأيمن* (المسمى حالياً بالبارميتر) على ميزة خاصة وهي أن نسبة L إلى B مثل نسبة B إلى A، وهي العلاقة التي يمكن صياغتها خصوصاً لمحبي «المعادلات»، كما يلي: $L. A = B2$.



سعى نيوتن إلى البرهنة على أن جسماً عندما يدور بحركة إهليلجية حول مركز يشغل أحد موقعي الإهليلج، فإن الحجم المتضمن «لمفتاح» سرّ هذه الحركة، يقدر بـ .L SP^2، حيث يشكل L *الجانب الأيمن* للإهليلج. وإذا كان الأمر هكذا، فإن *القوة المندفعة صوب المركز* التي تجذب الجسم باستمرار نحو هذا الأخير، تتغير عكسياً بالنسبة للصيغة .L SP2، ما دامت L من حيث التعريف هي ثابت الإهليلج المناسب عكسياً لـ SP2 ولمربع المسافة عن المركز؛ وهذا هو قانون «عكس المربع»! وللحصول على هذه النتيجة، يكفي البرهنة على أنه بالنسبة لكل إهليلج، تعتبر العلاقة QR/QT^2 *التي تم تقديرها عندما كانت المسافة PQ هي أصغر مسافة ممكنة*، متساوية مع L(وبالتالي فإن حجم QR/(QT2 .SP2) يساوي (L. SP^2). فما هو الإجراء الذي اتخذه نيوتن للبرهنة على التساوي بين QR/QT^2 و L ؟

لنتصورْ أننا أردنا، بالاعتماد على الطرق الجبرية المألوفة، حساب العلاقة a/f وتحديدها بين مقدارين وهما a وf. فلا شيء يمنعنا من صياغة هذه العلاقة بشكل تركيبي، يتمثل في «سلسلة» من 5 حلقات وهي: (.(c/d). (b/c). a/b) (d/e)). (e/f، وهو ما يؤدي في آخر المطاف إلى الصيغة:

a. b. c. d. e)/(b. c. d. e. f)، a/f)

لقد سعى نيوتن إلى «البرهنة» على كل من L. QR و QT^2، لكنه لم يفلح في تقديرها مباشرة. لهذا، قام ببناء سلسلة وفْق نموذج السلسلة التي ذكرناها. وهو ما سمح له باستعمال خاصية إهليلجية معروفة أو أكثر، لتقدير كل حلقة؛ علماً بأن البرهنة التي أراد التوصل إليها في آخر المطاف لا تخضع للتقدير المباشر. هكذا ستتخذ سلسلته الصيغة التالية، الشبيهة تقريباً بالسلسلة المستعملة من قبل وهي:

L. QR/ L. PV). (L. PV/ GV. PV). (GV. PV/)

L. $(QV^2$). $(QX2/QV^2)$. (OT2 /QX2). ويبدو أن صيغة L. QR/ QT^2 هي وحدها المتبقية. لكن إقرار صيغة /L. PV عند بداية السلسلة لا يكفي؛ إذ ينبغي إتمام العملية بالصيغة QR/ PV مثلاً؛ وبذلك يتم الحصول على صيغة كاملة هي: L. QR/L. PV = QR. PV. وليكون هناك تقابل بين كل حلقة بالسلسلة الأولى والحلقات المكملة للصيغة، قام نيوتن ببناء سلسلة جديدة هي:

(CP^2). (L/GV). $(CD^2$ /AC/PC). $(QX2/QV^2)$.

(CB^2/CD^2). (QV^2). $(QX^2$ /2PC/GV).

عندما أنجز كل التركيبات، اختزل السلسلة في

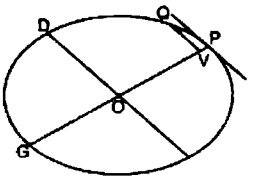
صيغة: (QV^2). $(QX^2/2PC/GV)$.

حينما تكون المسافة PQ أصغر، فإن 2PC تصبح متساوية مع GV، كما أن QV^2 تصبح متساوية مع QX^2. بالتالي نحصل على الصيغة التالية:

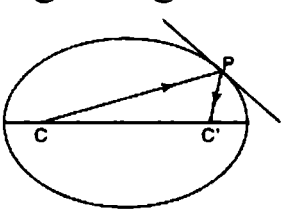
$(QV2)$. $(QX2/2PC/GV)$ =1. هكذا يؤدي تركيب السلسلتين في آخر المطاف إلى صيغة: $L. QR/QT^2 = 1$. وهو ما سيسمح لنيوتن بكتابة ما يلي: «إذاً، فإن $L. QR$ و QT^2 متساويتان». لكنه لم يكتف بهذه النتيجة، بفعل رغبته الملحة في إيجاد «زاويته المجسمة» عند نهاية الحساب. لذلك، قام بعملية ضرب الجانبين بـ QR/SP^2 كي يحصل على صيغة: $L. SP^2 = (QR^2 . SP^2)/QR$.. هكذا وجد الزاوية المذكورة ومعها مفتاح سر الحركة الدائرية) أي أحد الأسرار الكبرى لكتاب الطبيعة! (وسيختتم قائلاً: «بالتالي، فإن *القوة المندفعة صوب المركز*، متناسبة عكسياً مع $L. SP^2$ أي عكسياً مع ضعف المسافة SP. Q. E. I»[14].

تُختزل خصائص الإهليلج الذي تستند إليه هذه النتيجة أساساً في خاصيتين وضعهما أحد كبار علماء الهندسة القدامى وهو أبولونيوس دو بيرغا Apollonius de Perga؛ مما يؤكد على تجذر اكتشافات نيوتن داخل تقليد الأقدمين. ويتضح من خلال الشكل التالي أن الخط الذي يمر عبر

مركز الإهليلج وعبر P يشكل قطراً، كما تعتبر الأقواس الموازية للمماس بمثابة إحداثيات. فقد اعتبر أبولونيوس بأن الإحداثية QV تقسم القطر عند النقطة V. لهذا، فإن القضية 21 بالكتاب الأول من مؤلف الأشكال المخروطية، التي تقر بأن العلاقة «PV. VG هي بالنسبة لـ QV^2 مثل العلاقة PO^2 بالنسبة لـ OD^2»[15]، قابلة للتحقق كيفما كانت وضعية النقطة P على الإهليلج.

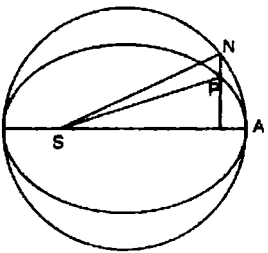


من جهة أخرى، تقر القضية 48 بالمجلّد الثالث، بالخاصية المسماة «بصرية» للإهليلج. لنتصورْ أن المماس بالنقطة P يشكل مرآة عاكسة ولنفترضْ أن شعاعاً ضوئياً منبثقاً من الموقع C بالإهليلج يتجه صوب P؛ ستكون النتيجة هي انعكاس الشعاع على الموقع الثاني للإهليلج.



إذا ما تأملنا في ما كتبه نيوتن خاتمةً «لبرهنته»، فستبدو مسألة الامتلاك غير واردة لديه. يقول بهذا الخصوص: «بالتالي، فإن الكواكب الكبرى تدور بحركات إهليلجية تجد موقعها في مركز الشمس، وهي ترسم من خلال الأشعة الشمسية مساحات متناسبة مع الزمن، بالشكل الذي افترضه كبلر. *فالجانب الأيمن* لهذه الحركات الإهليلجية هو QR /QT2، لأن النقطتيْن P وQ تفصلهما أصغر مسافة ممكنة أو إن صح القول لامتناهية الصغر»[16].

بعد القانون الأول، تمَّ إدراج القانون الثاني في التراث النيوتوني. وبعد التأكد من هذا «النجاح» المزدوج، استعد نيوتن لصياغة القانون الثالث. فما كان يميزه عن كبلر بهذا الخصوص، هو معرفته المسبقة بالنتائج التي يريد «البرهنة» عليها؛ وهي النتائج التي اكتفى هذا الأخير بـ«افتراضها»، حسب رأي نيوتن. وبعد أن راجع الطريقة التي استخدمها كبلر لوضع قانون المساحات، تصور جسماً متحركاً هو P، يقوم بحركة إهليلجية ويرتبط بحركة جسم متحرك و«متخيل»، هو N، يتبع مساراً حول دائرة يساوي قطرها المحور الكبير للإهليلج.



بعد أن «وجد» بأعجوبة النتائج المحصل عليها من لدن هيجنز، بخصوص هذا الصنف من الحركة، حوّلها إلى معطيات أساسية *للقوة المندفعة صوب المركز*، وهو ما عبر عنه بقوله: «تعتبر *القوة المندفعة صوب المركز* بمثابة مربع المسافة التي يقسمها الشعاع»[17]. سيلزم عن ذلك نتيجة أخرى وهي «أنه إذا كان مربع الزمن متناسباً مع مكعب الشعاع، فإن *القوة المندفعة صوب المركز*، ستتناسب عكسياً مع مربع الشعاع، والعكس صحيح أيضاً»[18]. وهذا هو قانون كبلر الثالث!

الهوامش

1) Cf. J. C. Poggendorff, *Histoire de la physique*, *op. cit.*, *p. 91.*

2) يدعو الفيزيائيون حالياً قانون المساحات بـ «القانون الثاني» لكبلر. ومع ذلك، فإن هذا الأخير صاغه قبل ما دعاه الفيزيائيون المذكورون بـ «القانون الأول». لذلك، فإنني احترمت الترتيب الكرونولوجي لأعمال هذا العالم الفلكي.

3) J. Kepler, *Astronomia nova*, Prague, 1609, ch. XLIV, p. 213.

توجد المواقع الحقيقية بانتظام *داخل* الدائرة المنحرفة عن المركز، تفرط بالتالي في حركتها؛ بينما توجد بانتظام *خارج* الإهليلج، الذي «يقصر «في حركته.

4) Ibid., ch. LV, p. 285.

5) J. Kepler, *Harmonices mundi*, Linz, 1619, Livre V, ch. III, p. 189.

6) F. de Gandt, *Newton, De la gravitation*, suivi de, *Du mouvement des corps*, coll. Tel, Gallimard, Paris, 1995, p. 214.

7) I. Newton, *De Motu, op. cit.*, Theorema 2.

8) Galilée, *Discorsi e dimostrazioni matematiche (..), op. cit.*, reproduit dans les *Œuvres complètes de Galilée*, op. cit., vol. VIII.

9) Galates 4, 26.

10) اعتقد نيوتن فضلاً عن ذلك بأن «قديس القديسين لا يتضمن شعلة ولا نار الهيكل، وهما شمس وقمر المعبد؛ كما لا يتضمن أي نوافذ تسمح بتسرب نور الشمس ونور القمر الطبيعيين (...) ولا يشمل المعبد لأنه هو المعبد نفسه». نص «عن يوم القيامة وعن عالم الغد» ضمن:

Newton, *Ecrits sur la religion, op. cit.*, p. 260.

11) F. de Gandt, *Newton, De la gravitation, op. cit., p. 225.*

12) لتعقيد الأمر بعض الشيء، وضع نيوتن المركز الجاذب للجسم بنقطة بمحيط الدائرة وليس بمركزها.

13) لم يضع نيوتن مواقع الأشكال الإهليلجية المتدخلة في رسومه البيانية «بالمكان المناسب» وقد التزمنا بهذا التقليد الذي يتميز بإعطاء صورة واضحة عن الرسوم المذكورة.

14) I. Newton, *Qe Motu, op. cit.*, Problème 3.

Quod erat inveniendum: تعني العلامة Q. E. I في نهاية الصيغة أي ما ينبغي اكتشافه. وعادة ما يختم نيوتن براهينه بالعلامة الكلاسيكية Q. E D وهي: Quod erat demonstrandum أي وهو المطلوب إثباته.

15) Apollonius, *Les Coniques*, Livre I, Proposition 21.

16) I. Newton, *De Motu, op. cit.*, Scholie du problème 3.

17) Ibid., Théorème 2, Corollaire I.

18) Ibid., Corollaire 5.

عن الحركة

توصُّل إدمون هالي بوثيقةٍ غريبةٍ

استقبل إدمون هالي في شهر نوفمبر/ تشرين الثاني 1684 بلندن أستاذ الرياضيات بمعهد إدوار باجي E. Paget الذي سلمه بحثاً من ثمان صفحات، أنجزه نيوتن خصيصاً له. ويقترح هذا العمل الموسوم بـ «عن حركة الأجسام، ثلاثة «تعريفات» وأربع «فرضيات» وأربع «مبرهَنات» وسبع «مسائل» مرفوقة بسبع عشرة خطاطة من طبيعة هندسية خالصة». فهل أجاب نيوتن على السؤال الذي طرحه عليه العالم الفلكي هالي في شهر أغسطس/ آب؟!

أثار أول تعريف من التعاريف الثلاثة انتباه هالي على الفور، حيث جاء فيه: «أدعو *القوة المندفعة صوب المركز*، تلك القوة التي تدفع أو تجذب الجسم نحو نقطة معينة تعتبر بمثابة مركز». فما الذي يريد أستاذ كرسي لوقا تأكيده عندما يقر بأن «نقطة معينة» قادرة على «جذب» جسم صوبها؟ وبأي آلية يتم ذلك ؟ وماهي هذه *القوة المندفعة صوب المركز*؟

يبدو ظاهرياً أن نيوتن أدرج مفهوماً جديداً، لكنه لم يعمل إلى حد الآن سوى على تسميته، أملاً في إيجاد

تعريف له لاحقاً. تابع هالي قراءة البحث، حيث ظهر المفهوم من جديد في الفرضية الرابعة كما يلي: «إن المكان الذي يرسمه الجسم بتأثير من *القوة المندفعة صوب المركز*، عند بداية حركته، يتناسب مع مربع الزمن». قطب هالي حاجبيه. ففي الميكانيكا العقلانية، يحمل «ما يتناسب مع مربع الزمن» اسماً هو المكان الذي يجتازه جسم ساقط بدون حواجز. لكن، ما الذي يسبب سقوط الأجسام؟ الجواب هو: الثقالة.

هكذا، فإن فرضية نيوتن الرابعة تؤكد بأن «ما» يثير انحراف الحركة المستقيمة والمنتظمة في الطبيعة، يعمل مثل الثقالة. وهذا التشابه ليس عرضياً؛ إذ أدرك هالي على الفور بأن *القوة المندفعة صوب المركز*، هي ثقالة مُقَنَّعَة. بعد ذلك قرأ ما ورد في المسألة الثالثة: «يدور الجسم بحركة إهليلجية؛ ويتعين إيجاد قانون *القوة المندفعة صوب المركز*، التي تميل باتجاه موقع الإهليلج»[2]. كما قرأ الخاتمة التي جاء فيها: «إن *القوة المندفعة صوب المركز* (التي تميل باتجاه الموقع) متناسبة عكسياً مع مربع المسافة» (في لغة تلك الفترة كانت لفظة مربع مرادفة للفظة ضِعْف).

لكن هالي سيعتبر بأن هذه الخاتمة لا تجيب على السؤال الذي وجهه إلى نيوتن في شهر أغسطس/ آب. فأنا، كما

يقول هالي، كنت *أعرف* في تلك الفترة بأن التحقق من قانون عكس المربع، يتم عندما يكون المدار إهليلجياً. وما أريد معرفته، وما طلبت من نيوتن توضيحه لي، يتعلق بالمسألة العكسية وهي: هل يكون المدار إهليلْجياً *بالضرورة*، عندما يتم التحقق من قانون عكس المربع ؟ والحال أن نيوتن التزم بحل هذه المسألة وأكد بأنه سبق له أن وجد الحل، لكنه «ضاع» وسط أوراقه للأسف.

في 9 ديسمبر/ كانون الأول، قام هالي بزيارة كامبريدج من جديد واستقبله نيوتن بحفاوة في غرفه التي تفوح منها الروائح القوية للأفران المشتعلة، مع العلم بأن ناراً أكثر توهجاً كانت تحرقه من الداخل منذ فصل الصيف.

طلب هالي من أستاذ كرسي لوقا، وفق الأعراف الأكاديمية، السماح له بتسليم البحث الذي توصل به، إلى الجمعية الملكية. بيد أن موافقة نيوتن اتسمت بالغموض، حيث طلب تأجيل التسليم، لأنه كان يريد إدخال بعض التعديلات على النص. وَعَده هالي بالانتظار، لكنه أثار انتباهه إلى طريقة صياغة المسألة الرابعة التي جاءت كما يلي: «على افتراض أن *القوة المندفعة صوب المركز* متناسبة عكسياً مع مربع المسافة من هذا الأخير (..) فإننا نتساءل حول الإهليلج الذي سيرسمه الجسم..»[3].

ألم يعمل نيوتن من خلال الصيغة التالية: «*تتساءل حول الإهليلج*» على إدراج جزء من الجواب في السؤال؟ وهل كان ينوي البرهنة على أن المنحنى الناتج عن معطيات المسألة إهليلجي، ويجب أن يكون كذلك؟

في 10 ديسمبر/ كانون الأول أخبر هالي أعضاء الجمعية الملكية بأنه يحمل معه من كامبريدج بحثاً صغيراً حول الحركة، يكتسي أهمية بالغة. استمع سكرتير الجمعية وبعض الأعضاء إليه بقليل من الانتباه، ثم طُلِب منه تسجيل الوثيقة ومتابعة سير العملية. عند عودة هالي إلى دياره، شعر نيوتن بنوع من تأنيب الضمير وقام بعد مرور أربعة أشهر على لقائهما، بإزالة المسألة الرابعة وعوضها بنتيجة بسيطة هي: «إذا انطلق جسم معين من النقطة P واجتاز الخط المستقيم RP بسرعة محددة وخضع في الوقت نفسه لتأثير *القوة المندفعة صوب المركز* التي تتناسب عكسياً مع مربع المسافة من المركز، فإن هذا الجسم سينتقل عبر مدار على شكل مكعب، يكون موقعه هو المركز *والعكس أيضاً*»[4].

كانت أعياد الميلاد على الأبواب، وقد كتب هامفري نيوتن بهذا الخصوص ما يلي: «كان (نيوتن) منشغلاً ومُجِدّاً في عمله وكان يقتات بالكاد، بل غالباً ما كان ينسى الأكل تماماً، بحيث كنت أجد عند زيارتي لغرفته، طعامه الذي

لم يذقه؛ وعندما كنت أذكره بذلك كان يجيبني بنوع من التعجب قائلاً: «حقاً!» ثم كان يتوجه إلى المائدة ويأخذ لقمة أو لقمتين وهو واقف (...)، وأحياناً كان يقوم بدورة أو بدورتين، ثم يتوقف وفجأة يعود ويصعد الأدراج جرياً وكأنه أرخميدس آخر يردد عبارة «وجدتها»؛هكذا كان يكتب وهو واقف بمكتبه، من دون أن يجلب كرسياً للجلوس»[5].

كان السؤال الذي طرحه هالي مقلقاً للعالم الشاب الذي أعاد العمليات الحسابية مرات عديدة وارتكب الأخطاء ثم انتبه إليها وتردّد في تحديد النتيجة. وقبل الانخراط بفعالية في هذه المبادرة المجنونة، قرر الحصول على ضمانات، فكتب إلى عالم الفلك الملكي، طالباً منه تزويده بالمعطيات التي يمكن أن تساعده في تدقيق حساباته وهو ما عبر عنه بقوله: «الآن وقد انغمست في هذا الموضوع، أريد تعميقه قبل نشر أعمالي»[6].

فهل من الممكن مقارنة حركة الكواكب التابعة للمشتري بحركة الكواكب التي تدور حول الشمس؟ وبصيغة أدق: «هل تخضع هذه الحركة لقوانين كبلر، مثل حركة الكواكب الأخرى؟». لقد سبق لفلامستيد أن بيّن له كيف أن الكواكب التابعة للمشتري تخضع فعلاً للقانون

الثالث لكبلر، وهو القانون الوحيد الذي يمكن التأكد منه في هذه الحالة.

بعد قيامه بحسابات أخرى، أرسل إلى فلامستيد طلباً آخر، معتذراً عن إزعاجه مرة أخرى. فقد كان يريد الاطلاع على معطياته المتعلقة بحركة المذنَّب، سنة 1680[7] وعلى ملاحظاته بخصوص حركة المدّ والجزر بمصب نهر التاميز. وكانت النتائج التي توصل إليها مذهلة، لكنه فضل نشرها في ما بعد. فلماذا هذا التأخر؟ لأن نشرها كان سَيُعْلي من قيمة غاليلي وهيجنز في المقام الأول، لكونه استخدم مبرهَناتهما ولم يستخدم أية مبرْهَنة من مبرهنات مواطنيه؛ كما كان سيعلي من قيمة هوك الذي أخذ عنه قانون عكس المربع؛ وهذا أمر ما كان ليقبله أبداً. وفي هذه الأثناء ألف كتاب *المبادئ*.

لقد أصبحت الطريق معبدة أمامه، ولا شيء يمكنه أن *يوقفه*.

الهوامش

1) يعتقد بعض كتاب سيرة نيوتن بأن زيارة هالي كانت قبل التاريخ المتداول عموماً وهو شهر أغسطس/ آب 1684.

2) نشير إلى أن نيوتن كان يدعوه بـ «*السرة*»، وهو ما يسمح بإقامة رابطة حميمية بين الكوكب والمركز.

3) I. Newton, *De Motu, op. cit.*, Problème 4.

4) I. Newton, *Principia, op. cit.*, Proposition 13, Corollaire 1.

لاحظ الأستاذ برنار كوهن B. Cohen في شرحه لهذه النتيجة ما يلي: «في الطبعة الأولى من كتاب *المبادئ*، لم يكلف نيوتن نفسه عناء إدراج أي برهان *على هذه النتيجة*. ويبدو هذا الإجراء مدهشا خصوصاً إذا ما أدركنا أهمية «المسألة العكسية» التي مدت نيوتن بأساس تطوير نظام العالم الموجود بالمجلد الثالث». انظر:

Isaac Newton, *The Principia*, University of California Press, Berkeley, 1999, p. 133.

5) Keynes MS 135.

6) Lettre de Newton à Flamsteed vers le 12 janvier 1685, *Correspondence, op. cit., vol. 2*, p. 413.

7) إن مذنَّب 1680 ليس هو «مذنب هالي» الشهير، على عكس الاعتقاد السائد؛ لأن هذا الأخير ظهر بالضبط سنة 1682.

telegram @ktabpdf

المبادئ

النسبي والمطلق

واجه نيوتن عائقاً كبيراً بمجرد انطلاق أشغاله. فعند قراءته من جديد لمؤلف *مبادئ الفلسفة* *Principia philosophiae* وتحديداً للقول الوارد بـ «القانون الثاني للطبيعة» ومفاده «أن كل جسم متحرك يميل إلى الاستمرار في حركته على خط مستقيم»[1]، لاحظ بأن ديكارت لم يقتصر على هذا التأكيد. فقد قدم في فقرات سابقة التوضيح التالي: «سنتذكر أيضاً ما قيل في هذا المقام (...) حول طبيعة الحركة؛ والمقصود بذلك بصريح العبارة أن الأمر يتعلق بانتقال الجسم من جوار الأجسام التي كانت تلامسه مباشرة عندما كان في حالة سكون، إلى جوار أجسام أخرى»[2].

سيعود نيوتن إلى جاليلي الذي يؤكد بدوره بأن «الحركة المشتركة» (مثل حركة السفينة المبحرة التي يتنقل البحار على ظهرها) «شبه منعدمة». فلدى العالم الإيطالي، كما الفيلسوف الفرنسي، ما يهم هو الحركة *النسبية* لشيء ما، مقارنة بالأشياء المحيطة به.

سيضطر نيوتن إلى قراءة هيجنز من جديد، كأمل أخير. فقد كتب هذا العالم في كتاب *قواعد الحركة خلال تلاقي*

لأجسام ما يلي: «الفرضية الأولى: إذا لم تكن الجاذبية موجودة وإذا لم تكن أي مقاومة صادرة عن الهواء إزاء حركة الأجسام، فإن هذه الأخيرة ستستمر في حركتها بسرعة منتظمة وعلى خط مستقيم»[3].

لكن نيوتن لم يطمئن إلى ذلك تماماً. ففي صفحات لاحقة ستواجهه العبارة التالية: «يجب أن تُدْرَك عبارات مثل حركة الأجسام والسرعة المتساوية أو غير المتساوية بالنسبة إلى أجسام أخرى تعتبر وكأنها في حالة سكون»[4]؛ خصوصاً صيغة «بالنسبة إلى أجسام أخرى»! يبدو أن علماء الهندسة مجانين، والأدهى من ذلك أنهم ملحدون. لأن الحركة إذا كانت نسبية فقط، فستكون مجرد وهم؛ فكيف يمكننا أن نتصور بأن الله الذي هو العلة الأسمى لكل شيء، أراد أن يكون مخلوق من مخلوقاته مجرد وهم؟

لذلك، فإن الأمر اليقيني في نظر نيوتن، هو أن الحركة واقعية وأنها عبارة عن واقع *مطلق*. وقد أسهمت أفكاره الخيميائية في دفعه إلى تصور مبادئ فاعلة في الطبيعة. فلكي تعمل هذه المبادئ بشكل سليم، يجب أن تتوفر «بشكل مطلق» على إطار تتموقع فيه حركة الأجسام. ولا يمكن لحركة جسم خاضع لمبدأ فاعل أن تكون نسبية، بل يجب أن تكون مستقلة عن حضور أو غياب الأجسام

المجاورة. سيكتشف نيوتن بارتياح كبير بأن هنري مور أكد على صواب هذه المفاهيم. لكن، هل كان يدري بأن مور استمدها من بارو الذي استمدها بدوره من غاسندي، الذي استمدها على الأرجح (كمذهب فلسفي متميز) من اللاهوتي أوغستين ستوكو A. Steuco (1497 – 1548)؟

لاحظ ستوكو في كتابه الأول حول *الكون* والمتعلق بسِفْر التكوين، ما يلي: «عندما خلقت الأرض لم تكن هناك لا سماء ولا زمان، ومع ذلك خلقت مع المكان ومع نوع من الزمان المسمى *بداية*»[5]. بعد ذلك، أدرج ضمن فلسفته تمييزاً دقيقاً بين ما دعاه بـ «الزمن الكوني» وما دعاه بـ «الزمن الخاص أو النسبي». أما المكان فقد ميز فيه بين «الأمكنة» والفضاء. وقد سمحت هذه التمييزات بتضمن فلسفته لمكان مطلق و«أمكنة» نسبية، ولزمان مطلق و«لحظات» نسبية.

سنجد هذه المفاهيم ضمن النصوص التي سيكتبها نيوتن حول هذا الموضوع. فقد حدَّد في البداية الزمن المطلق «الحقيقي والرياضي»، ثم المكان المطلق «الذي لا علاقة له بأي شيء خارجي» وأخيراً الحركة المطلقة التي هي «انتقال جسم من مكان مطلق إلى مكان مطلق آخر». لكنه سيقر بنوع من التنازل بأنه يوجد إلى جانب الزمان والمكان

والحركة المطلقة زمان نسبي «ظاهر ومبتذل» وحركة نسبية «هي بمثابة انتقال جسم من مكان نسبي إلى مكان نسبي آخر». وتكشف التفسيرات الطويلة المقدمة لتوضيح هذه الألفاظ (حيث غطت صفحات عديدة بمؤلف *المبادئ*) عن ثقته الضعيفة بمفاهيمه. والدليل على ذلك هذه العبارة الواردة في خاتمة مبحثه وهي: «طبعاً من الصعب جداً معرفة الحركات الحقيقية لجميع الأجسام وتمييزها حالياً عن حركاتها الظاهرة». مع ذلك، ظل متشبثاً بمواقفه كما يبدو من العبارة التالية «سيتضح بشكل كبير في ما بعد كيف يمكن إيجاد الحركات الحقيقية انطلاقاً من أسبابها وتأثيراتها، وكيف يمكن انطلاقاً من الحركات الحقيقية أو الظاهرة إيجاد أسبابها وتأثيراتها».

هكذا، تم رسم الحدود الفاصلة بين معسكرين؛ فمن جهة، يوجد «الملحدون» الثلاثة بالقارة الأوروبية وهم غاليلي وديكارت وهيجنز، وهم يدافعون عن نسبية الحركة؛ ومن جهة أخرى، يوجد حكماء إنجلترا الثلاثة وهم باور ومور ونيوتن الذين يدافعون عن المكان والزمان والحركة المطلقة.

قوانين الطبيعة

اضطر نيوتن لتدقيق نظامه إلى اتخاذ خطوة أخرى حاسمة إلى الأمام، هي إعادة صياغة «قوانين الطبيعة» لديكارت وغاليلي من أجل امتلاكها. طبعاً لم يكن من المسموح ترك هذه القوانين تحت «سلطة» المدافعين عن نسبية الحركة. فبخصوص القانون الأول، اكتفى ديكارت بالقول التالي: «كل شيء يظل على حاله، ما دام لا شيء يتغير»[6]. سيعطي نيوتن اسماً لهذا «اللاشيء» وهو *القوة الأصلية*، مما سيحوله إلى شيء ما. يقول بهذا الصدد: «كل جسم يظل في حالته الساكنة أو في حركته المستقيمة والمنتظمة، ما لم يُدْفع إلى تغير حالته (أو هذه الحالة) من لدُن قوة أصلية»[7]. سينتقل بعد ذلك إلى القانون الثاني؛ ولإعادة صياغته اختلق عبارة جديدة تمثل «ما» يغير الحركة عندما تتبدل هذه الأخيرة، حيث قال: «إن تغير الحركة يتناسب مع *القوة المحركة* المترسخة؛ ويتم تبعاً للخط المستقيم الذي ترسخت فيه هذه *القوة*».

أما إعلان ديكارت عن المبدأ الذي ندعوه اليوم «مبدأ حفظ الحركة»، فإنه يشكل أو يجب أن يشكل[8] أحد أعظم إنجازاته. لكن، قبل أن يجعل منه نيوتن «قانونه» الثالث تأكد من كونه متحققاً في الطبيعة. هكذا، سيعيد التجارب

حول التصادم، التي أنجزها ماريوط بفرنسا وأيضاً ورين ووالیس بإنجلترا وهيجنز بهولندا؛ حيث سينجز سلسلة متوالية من القياسات. وهو ما تجلى في دراسته للتصادم المباشر واللّين والمَرن وبين الأجسام الصلبة وبين البندولات (النواس)، الخ...

في النهاية سيتحقق مما يلي: «إذا صدم جسم ما جسماً آخر وغيَّر حركته بأي طريقة، فإن حركة الجسم المصدوم ستتغير بالكمية» نفسها9. وإذاً، فإن ديكارت كان على حق: «فالله يحتفظ دوماً بكمية متساوية من الحركة في الكون»[10]. ولكي يصبح هذا القانون ملكاً له، اضطر نيوتن إلى صياغته بشكل مختلف. فقد وضع مغناطيساً وقطعة من الحديد، منفصلين بعضهما عن بعض «في مركّبين صغيريْن يطفوان فوق سطح ماء هادئ»، ثم لاحظ عملية الالتقاء بينهما. فعندما يلمس أحد المركّبين الآخر «لا يتحرك أي واحد منهما، بل يدعّمان من خلال تساوي انجذابهما التأثيرات المتبادلة بينهما؛ وما داما في وضعية توازن (..) فإنهما يظلان في حالة سكون». بذلك، سمحت له هذه التجربة بوضع صياغة مقتضبة للقانون الثالث وهي أن «الفعل يكون دائماً مساوياً لرد الفعل».

لكن، هل انتبه نيوتن إلى أمر أساسي هو أن المركز يظل

ثابتاً داخل كل المبرهنات الموجودة بمبحث *في الحركة*؟ فالمركز يؤثر في الجسم الذي يجذبه باتجاهه (وهذا هو الفعل)، بينما لا يؤثر فيه الجسم بالمقابل، ما دام ساكناً أثناء الحركة. باختصار، لا يوجد رد فعل على الفعل. وبهذه الصيغة تكون ميكانيكا مبحث *في الحركة* قد انتهكت القانون الثالث.

يبدو إذاً أن الأمور ليست بسيطة كما تصورها نيوتن. هكذا، سيقوم في كل يوم، وكل ليلة، أثناء تدقيق تجاربه حول اصطدام الأجسام، باستثمار الأشكال الهندسية التي رسمها من قبل، حيث سيعيد النظر في بعض التفاصيل وسيعمل على صياغة قول جديد، سيبرهن عليه بشكل مقتضب بواسطة *نسَب* محدَّدة. كما «سيترجم» الصيغة الهندسية الخالصة المحصَّل عليها، إلى صيغة «ميكانيكية» (فيزيائية) وسيتصور كل الإمكانيات والتنويعات، الواحدة تلو الأخرى. مثلاً، كان قد أنجز في إحدى الأمسيات «القضية 36» المتمثلة في «تحديد زمن سقوط الجسم الذي يسقط من معينة A»[1]. وكانت هذه الصيغة تماثل صيغة مُبرْهنة اكتشفها غاليلي وبرهن عليها. ولكي يبرهن نيوتن عليها «من جديد»، دخل في متاهة، حيث رسم نصف دائرة ADS يتطابق قطرها AS مع المسافة التي يقطعها

الجسم أثناء سقوطه من A إلى S. اعتمد نيوتن S كمركز ثم رسم بالتنقيط نصف دائرة آخر OKH بقطر نصف الدائرة الأول نفسه. وبعد أن اختار النقطة D داخل هذا الأخير، رسم المستقيم SD والمستقيم CD المتعامد مع القطر AS ثم بنى (من دون أن يوضح كيف) الموقع OSK «المساوي لمساحة ASD» وأعلن ما يلي: «يتضح من خلال القضية 35 أن الجسم يجتاز أثناء سقوطه المكان AC وبتزامن مع ذلك، يدور جسم آخر بسرعة ثابتة، راسماً القوس OK (وهو المطلوب إثباته Q. E. D.)». لإتمام هذه البرهنة، كان من اللازم العودة إلى «القضية 35». والحال أن هذه الأخيرة تحيل على القضية 33 التي تشير إلى القضية 16، التي تستدعي بدورها القضية 4 وهي تتلخص كما يلي: «إن *القوة المندفعة صوب المركز* التي تؤثر على جسم يطوف حول دائرة بسرعة ثابتة، تماثل مربع القوس المرسوم في زمن معين والمقسوم من طرف الشعاع». ماذا نجد هنا بالأساس؟ إننا نجد قانون *القوة المبعدة عن المركز* الذي صاغه هيجنز!

استخلص نيوتن من المسألة 25 صيغة أخرى عنونها بـ «القضية 37، المسألة 26» وبرهن عليها في أسطر قليلة كما فعل مع القضية السابقة؛ ومما جاء فيها: «تحديد أزمنة صعود أو هبوط جسم قُذِف به نحو الأعلى أو الأسفل، انطلاقاً

من نقطة معينة». كما استخلص قضية أخرى من السابقة عنونها بـ«القضية 38، المُبرْهنة 12»، جاء فيها: «على افتراض أن *القوة المندفعة صوب المركز* متناسبة مع الارتفاع أو مع المسافة البعيدة عن المركز، أقول إن أزمنة سقوط الجسم والسرعة والأمكنة التي تم اجتيازها متناسبة طرداً مع الأقواس ومع *الجيوب المستقيمة والجيوب العكسية*»[12].

هنا أيضاً تظل خيوط القضايا المستخدمة للبرهنة متشابكة؛ فإثبات المبرهنة 12 يتطلب الرجوع إلى القضية 10 «التي يجب استخدامها بالطريقة نفسها التي تَسْتخدم بها القضية 32 القضية 11» الخ..

من خلال عملية البناء، وخطوة تلو الأخرى، راكم نيوتن على مدى شهور من العمل الدؤوب وبرهن على حوالي 40 صيغة، ستشكل متاهة هائلة من «القضايا» و«المبرهنات» و«النتائج» المتسلسلة، الواحدة تلو الأخرى، حيث تضع كل واحدة منها حجرة صغيرة لإتمام البناء.

بعد البرهنة على «القضية 98»، توقف نيوتن، مختتماً كالعادة بالرمز الشهير Q. E. D. الذي يعني «وهو المطلوب إثباته». وقد أعلن عن انتهائه من تحرير الكتاب الأول من مبحثه وينتظر من هامفري نيوتن إتمام نسخه.

المبادئ الرياضية

بخصوص الكتاب الأول، قرر نيوتن الحفاظ على العنوان التالي: *عن حركة الأجسام* وهو عنوان المبحث الذي سبق أن أرسله إلى هالي. وكان مطالباً بإيجاد عنوان أنسب للعمل برمته. فهل سيختار له عنوان *مبادئ الفلسفة* مثل مبحث ديكارت؟ فلكي يتميز عن هذا الأخير، عليه أن يغير على الأقل ترتيب الكلمات. لكن، هل من اللازم أن يتميز عنه؟ ربما سيكفيه إيجاد نَعْتين *للفلسفة وللمبادئ*. هكذا، حاول استخدام صيغة *الفلسفة الطبيعية*، فبدا له الأمر معقولاً. هنا تذكر مقطعاً غريباً ورد في كتاب *علم الفلك الجديد* لكبلر، جاء فيه: «لا يمكن لنقطة رياضية، سواء كانت مركز العالم أو أي نقطة أخرى، أن تحرك فعلاً الأجسام الساقطة ولا أن تكون موضوعاً تميل إليه هذه الأخيرة. وعلى الفيزيائيين أن يثبتوا بأن هذه النقطة التي ليست جسماً، تمتلك مثل هذه السلطة (...) عليهم أن يثبتوا بأن الأشياء الطبيعية متعاطفة مع ما لا يوجد»[13].

استحضر نيوتن في خياله صورة ريغول الكحل المرصع بالنجوم، حيث توجد نقطة وسط النجمة (أي يوجد مركز) يبدو أن أشعة النجمة تلتقي انطلاقاً منها أو باتجاهها. وتعتبر هذه النقطة الرياضية البسيطة بمثابة بناء جريء، فهي تتوفر

على سلطة تسمح لها بممارسة تأثير فيزيائي على الأجسام! هكذا أصبحت فكرة المبادئ الرياضية مغرية له؛ وسيكون العنوان الملائم هو *المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية*. كتب نيوتن العنوان بعناية على الصفحة الأولى من مخطوطه ورتب كلماته على أربعة أسطر، مع إعطاء الأهمية للاسْمَين أكثر من النَّعْتين وذلك على الشكل التالي:

المبادئ

الرياضية

للفلسفة

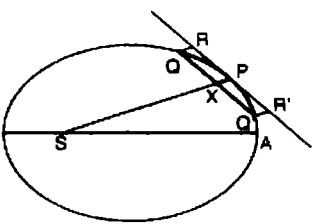
الطبيعية

من الأفضل إذاً أن يهيمن ظل ديكارت على هذا العنوان، لأنه سيسهم في بيع الكتاب. وإذا كان من اللازم الظهور أمام الملأ، فليكن بِصَخَب!

المركز والسَّهم

ظل المركز، أي تلك النقطة الرياضية المتوفرة على طاقات عديدة، يشغل بال نيوتن. ففي نصه *عن الحركة*، سمى المكان QR الذي يتعين على الجسم اجتيازه للعودة إلى مداره *بالمكان المحتل*، غير أن هذه التسمية بدت له غير ملائمة. وبعد تكرار رسمه لحركة الجسم على المنحنى

APQ يوماً بعد يوم، اكتشف عناصر هندسية لم ينتبه إليها من قبل. هكذا تنقل الجسم بمحاذاة المنحنى APQ، فاكتشف نيوتن النقطة Q' بوصفها مرآة للنقطة Q وجذب الحبل QQ' المتضمن للقوس Q'PQ، فتبين له قوس ممدود بواسطة حبل، وهو في حاجة إلى سهم فقط ليصبح قوساً حقيقياً!



انطلاقاً من المركز S جذب الخط SP الذي يقطع الحبل عند النقطة X. ولأن الخط XP الموازي *للمكان المحتل* يتوفر على طول هذا الأخير نفسه، فقد أطلق عليه نيوتن اسم *السهم*. وهذه الكلمة مشتقة من الفعل اللاتيني sagire الذي يعني «الإدراك بسرعة»؛ بالتالي فإن السهم يعتبر رمز المعرفة السريعة، وسيكون صنْوه هو الشعاع الخاطف أو البرق.

بالنسبة، كانت إيحاءات هذا التمثيل البياني، لنيوتن الشغوف بالرموز، بمثابة نعمة غير متوقعة. وفضلاً عن ذلك، فهي ترتبط به مباشرة، أو على الأقل بمهمته الرسالية؛

وبهذا الصدد، ألا يُدْعى الرجال الذين أرسلهم الله لتنفيذ المهمات الموكولة إليهم في العهد القديم، بـ «أبناء الجعبة»؟ وكيفما كان الحال، فإن السهم يرمز إلى الفكر الذي «يدخل الضوء» وإلى شعاع الشمس «المنتج للصور والمفرق بينها» وإلى الإشراقة التي «تضيء المكان المغلق»[15]. وهو أيضاً مثل السُّلَّم رمز المبادلات القائمة بين السماء والأرض، وعلى عكس المذراة فهو يمثل «تصدّع التجاذب والاختيار والزمن الموجَّه»[16].

سيستعمل نيوتن من الآن فصاعداً السهم لقياس *القوة المندفعة صوب المركز*. ألم يُنْصَب السهم مباشرة باتجاه المركز؟ بلى، لكن بشكل معكوس غير مؤثر في الواقع. فتعويضه للمكان المذكور، «يضفي رونقاً» على الاستدلالات من دون أيّ تغيير لجوهرها[17]. التزاماً بقناعاته التي تتلخّص في «ضرورة حفظ الأسرار في مجال الخيمياء»، وصف نيوتن مبادئ نظامه بـ «الرياضية»؛ لكن هذه المبادئ تظل «خيميائية» أيضاً، لأن الأمر يتعلق «بمبادئ فاعلة» *تحرك* المادة.

نحو نظام جديد للعالم

في 21 أبريل/ نيسان 1686، ألقى إدمون هالي أمام أعضاء الجمعية الملكية «خطاباً حول الثقالة»، أعلن فيه بلغة ركيكة ما يلي: «لقد سلم الدكتور فانسان Vincent إلى الجمعية بحثاً مخطوطاً، عرض فيه السيد إسحاق نيوتن برهاناً رياضياً لفرضية كوبرنيك المقترحة من طرف كبلر، حيث تعرف على كل الظواهر والحركات السماوية، انطلاقاً من افتراض وحيد للانجذاب نحو مركز الشمس الذي يتناقص مثل مربعات المسافات من (هذا المركز) والعكس بالعكس»[18].

بعد مرور أسبوع على إلقاء الخطاب، سلم فانسان إلى رئيس الجمعية نسخة من المخطوط. وهنا غضب هوك بشدة، حيث أكد أثناء اجتماع الأعضاء بإحدى الحانات بعد انتهاء الجلسة العلمية، بأنه يعتبر نفسه بحق مصدر الاكتشافات الواردة في البحث. فهو الذي اكتشف الحركة المباشرة والحركة الجاذبة، المتجهة صوب المركز وأيضاً قانون عكس المربع!

غير أن رئيس الجمعية لم يعر اهتماماً لهذه الاعتراضات وشكر نيوتن على البحث الذي تم إرساله، كما أعلن بأن الجمعية قررت طبعه على نفقتها. لكن وبتاريخ 2 يونيو/

حزيران تراجع الرئيس المذكور عن وعده وأمر «بأن يُطْبَع كتاب السيد نيوتن وأن يكلف السيد هالي بعملية الطبع على نفقته الخاصة»[19]. طبعاً فإن هذا القرار لم يَرُق لهالي الذي لم يكن يتوفر على المال الكافي منذ وفاة أبيه؛ فلكي يعيل الزوجة والأبناء، كان مضطراً إلى التخلي عن لقب عضو بالجمعية، المؤدى عنه، وقبول منصب مساعد بالجمعية الذي مكنه رغم بساطته، من الحصول على أجر سنوي زهيد قدره 50 جنيهاً استرلينياً. لكن، لا بأس من التذكير بأن الجمعية سبق وأن نشرت على نفقتها مؤلف *تاريخ الأسماك*، لفرنسيس ويلوغبي F. Willughby[20]، وهو عمل مكلف مالياً، لأنه تضمن عدة ألواح مزينة برسوم. ونظراً لتكاليفه الباهظة، قررت الجمعية أداء أجرة المساعد الجديد بنُسَخ من الكتاب المذكور لم يتم بيعها!

وجد هالي نفسه في مأزق، وكان مطالباً بضمان أسبقية «زبونه» على الآخرين، أي عليه هو نفسه وعلى ورين وخصوصاً على هوك «المحتج» الذي كان يشغل منصب سكرتير الجمعية. فكيف يمكن التصرف، بأقل كلفة، كي تتجاوز قيمة بحث نيوتن، قيمة سمعة هوك؟

طلب هالي من ورين، الصديق المقرب من إسحاق بارو وصديق نيوتن أيضاً، الإدلاء بشهادته لصالح أستاذ كرسي

لوقا ضد هوك؛ وهو ما قام به ورين على الفور، بدون حرج على ما يبدو. إثر ذلك، أخبر هالي نيوتن بالآتي: «اتفق الجميع (بالحانات)، على أن المبتكر هو أنت؛ وإذا كان هوك قد توصل إلى معرفة كل ذلك قبلكم، فيجب أن يلوم نفسه قبل كل شيء»[21].

بتزامن مع ذلك، اتفق مساعد الجمعية مع صاحب المطبعة جوزيف ستريتر J. Streater، حول تفاصيل طبع الكتاب، حيث اختارا معاً حجم الحروف وطريقة وضع الرسوم وموقع الرسوم البيانية التي سترافق الصياغات الخ... لكن نيوتن أبدى تحفظه على كل ذلك، حيث أعلن بأنه لم يُكْمِل تحرير الكتاب الثاني، فأحرى الكتاب الثالث؛ وأوصى بألا يصدر الكتاب عند نهاية فصل القديس ميشال. ومرة أخرى تخلى متأسفاً عن أفرانه، وانهمك خلال فترتي الصيف والخريف في تحرير الكتاب الثاني.

قيام نيوتن بتحرير الكتاب الثاني

اختمرت فكرة الكتاب في ذهن نيوتن، عندما علم بضعة شهور من قبل بصدور مبحث حساب التفاضل للاينتز بمجلة (أعمال الباحثين). بعد ذلك ستصعب الأمور أكثر، حينما سيصدر هذا الأخير مبحثين حول

مفهوم زاوية التماس[22] وحول الهندسة العميقة وتحليل ما لا ينقسم[23]. ففي المقال المُؤَسِّس حول حساب التفاضل، أعلن لايبنتز بعبارات وجيزة عن قواعد حسابه الجديد. وتفسر إحدى هذه القواعد كيفية مفاضلة ضرب المتغيرين x و y ضمن الصيغة التالية: «عملية الضرب: $dxy = xdy + ydx$؛ وعندما تكون y مساوية لـ x ينتج عن ذلك ما يلي: $2xd = dx^2$؛ وبشكل عام نحصل بالنسبة لمتغير مرفوع إلى القوة n على ما يلي: $n:dx^n = nx^{n-1}$.

بعد ذلك، أضاف هذه الملاحظة الأساسية: «الملاحظ ضمن هذا الحساب أن x و dx يُعَالَجَان بالطريقة نفسها وكذلك y و dy أو أي حرف غير محدد وتفاضليته».

حرر نيوتن قضية وسيطة (أو مساعدة) سيدرجها في الوقت المناسب ما بين القضيتين السابعة والثامنة في الكتاب الثاني قيد الإنجاز؛ ثم تصور مستطيلاً تزداد مساحته بفعل حركة مستمرة. وانطلاقاً من الترقيم ومن طريقة التحليل المنجزين من طرف فيرماط بخصوص هذا النوع من الحساب، رمز إلى تزايد الضلعين A و B بالحرفين a و b عند تزايد المساحة.

لمزيد من التوضيح، سنقوم بفحص القضية المساعدة بالنسبة لترقيم حساب التفاضل المستخدم حالياً. لنعتبرْ أن

$A = x$ و $B = y$ و $a = dx$ و $b = dy$. ستؤكد قضية نيوتن المساعدة «بأن تزايد لمستطيل بضلعيْه x و y يساوي $xdy + ydx$»؛ وهي بالضبط الصيغة نفسها لاينتز: $dxy = xdy + ydx$. فكيف حصل نيوتن على هذه النتيجة وهو الذي ادعى «إقرار» القاعدة بعد البرهنة عليها؟

لقد وضع نتيجتين وسيطتين هما: $P_1 = (2/x - dx)(y - dy/2)$ وأيضاً $P_2 = (2/y + dy)(2/x + dx)$؛ ثم طرح P1 من P2 وهو ما مكّنه من الحصول على النتيجة المرغوب فيها وهي: $dxy = xdy + ydx$.

غير أن المشكلة الوحيدة والمهمة هنا تتمثل في كون هذه الطريقة مصطنَعة ومبررها الوحيد هو تقديم النتيجة المنتظرة. باختصار، فإن هذه القضية المساعدة تؤكد، لكنها لا تبرهن على أي شيء.

بعد حصول نيوتن على هذه الصيغة الأولى، إلى صيغة عامة، عبر تركيبات متتالية كما أشرنا إلى ذلك من قبل، هي النتيجة المعبر عنها كما يلي: «إن التزايد (*التفاضل* حسب لاينتز) في حاصل ضرب $x^m . y^n$ يساوي $mx^{m-1} y^n dx + ny^{n-1}x^m dy$ سواء كانت m و n من الأعداد الصحيحة أو من الكسور؛ وسواء كانتا إيجابيتين أو سلبيتين»[24].

مباشرة بعد تحديد هذه القضية المساعدة، وضع نيوتن

ملحوظة مدعمة لموقفه، جاء فيها: «خلال مراسلات متبادلة منذ عشر سنوات خلت مع عالم الهندسة الكفؤ السيد لايبنتز، أخبرته بأنني اكتشفت طريقة لتحديد القيم الأكبر والأصغر والمماسات. وكنت قد أخفيت هذه الطريقة داخل جناس تصحيفي يتضمن العبارة التالية: «بما أن هناك معادلة متضمنة لعدد معين من الكميات الجارية، ينبغي إيجاد التفاضل *والعكس أيضاً*». وقد أخبرني هذا الرجل النبيل بأنه اكتشف أيضاً طريقة مماثلة وقام بإرسالها إليَّ؛ وهي لا تختلف عن طريقتي إلا من حيث اختيار الكلمات والترقيم؛ أما أساس الطريقتين فهو متضمن في القضية المساعدة».

هكذا أدرج نيوتن قضيته المذكورة في القسم الثاني المخصص لدراسة حركة الأجسام داخل وسط يبدي مقاومة متناسبة مع مربعات السرعة، وهو موضع في غير محله، مع نية واضحة في إقرار أسبقية ابتكاره لحساب التفاضل رغم أنف لايبنتز. بهذا الصدد، سيلاحظ لاغرانج Lagrange الذي لم تنطل عليه هذه الحيلة سنة 1788، ما يلي: «إذا كان نيوتن قد استخدم الحساب التحليلي أحياناً (في مؤلف *المبادئ*)، فإن الطريقة الأساسية التي استعملها بالمقابل، هي طريقة المتواليات، وهي متميزة بشكل كبير

عن الطريقة التفاضلية»[25].

مع ذلك، فإن «البرهنة» على أن «حساب السيد لايبنتز» منسوب في الواقع إلى «السيد نيوتن»، لم تكن كافية لبناء الكتاب الثاني من مؤلف *المبادئ*. لهذا، فبعد «تصفية الحساب» مع «عالم الهندسة الكفؤ»، قرر نيوتن استغلال الفرصة لتصفية الحساب مع ديكارت، وذلك بهدم الأسس الميكانيكية الخالصة لنظام العالم لديه، بشكل تام.

الهجومُ على نظام العالم لديكارت

يقوم نظام العالم لديكارت على مجموعة من القضايا المعبر عنها في القسم الثالث من كتاب *مبادئ الفلسفة*، نذكر منها:

«القضية 24. أن السماوات سائلة؛ القضية 25. أنها تنقل معها كل الأجسام الموجودة بها(..)؛ القضية 30. أن كل الكواكب تُنْقل حول الشمس من طرف السماء التي تشملها». سيستخلص ديكارت النتيجة التالية من هذه القضايا: «إن مادة السماء التي توجد بها الكواكب، تقوم بحركة دائرية مستمرة مثل زوبعة توجد الشمس بمركزها (..) وتجذب هذه الزوبعة الكواكب»[26].

لاحظ نيوتن بأن الفيلسوف الفرنسي أكد على أن

المادة تملأ السماء ولا تترك فيها أي فراغ وأن الكواكب تنجذب بفعل حركتها حول الشمس، ليس بسبب مبادئ فاعلة ولكن بسبب زوابع مادية. لذلك، حدد لنفسه مهمة تكذيب هذا التأكيد المزدوج. وكان عليه في البداية البرهنة بالحساب وبالتجارب على أن الفراغ يوجد فعلاً في الطبيعة، على عكس رأي ديكارت. لهذا شرع في دراسة حركة الجسم عندما يبدي الوسط الذي يتحرك في إطاره، مقاومة معينة؛ وقام بفحص ثلاث حالات هي: الحالة التي تزداد فيها المقاومة مع تزايد سرعة الجسم؛ الحالة التي تزداد فيها مع مربع هذه السرعة والحالة التي تزداد فيها مع تركيب السرعتيْن. مكتبة الرمحي أحمد

رغم أن نيوتن التزم بعدم وضع فرضيات في المستقبل القريب[27]، إلا أنه عمل على صياغة بعضها وقام بسلسلة من التجارب للتأكد من صحتها. هكذا سيؤكد «أن بإمكاننا أن نحدّد مقاومة الحركة في أي وسط وذلك عبر تحريك نواس داخل هذا الأخير». وبالفعل، علق كرة خشبية بخيط وأحصى عدد الاهتزازات قبل أن يفقد النواس 8/1 من حركته. وبعد أن جرب كل المعايير الممكنة، كطبيعة السائل (الماء، الزئبق، الهواء)، طول النواس، طول قوس الاهتزاز، قطر الكرة، وزنها الخ... ، عمل على قياس مقاومة السائل

لحركة الكرة؛ فاقتنع في الأخير بأن هذه المقاومة تتوقف أساساً على ثلاثة عوامل هي: «اللزوجة الداخلية» للسائل، الاحتكاك الذي يتزايد مع السرعة والقوة الداخلية للسائل، التي تقاوم كل تغيير لحالتها الساكنة.

تبيّن هذه النتيجة، حسب نيوتن، أن الكواكب كانت ستتوقف سريعاً عن حركتها حول الشمس لو أنها التقت في فضاء السماوات بشيء آخر غير الفراغ. وكانت هذه هي خلاصة التكذيب الأول.

في القسم الأخير من الكتاب، وهو القسم التاسع، واجه مسألة الزوابع؛ ولاحظ في هذا الإطار أن الكواكب تتحرك عبر مدارات إهْليلجية. فحسب قانون المساحات، تُعتبر سرعة التنقل أكبر، عندما يكون الكوكب أقرب إلى الشمس. والحال أن العكس هو الذي يحصل للزوبعة، حيث يكون انسياب السائل أسرع في الجزء الأبعد من المركز. ولأن المكان يعتبر أضيق عندما يكون الكوكب أقرب إلى الشمس، فإن زوبعة المادة لا يمكنها أن تجذبه في حركتها، كما يبدو من ملاحظة علماء الفلك.

غير أن نيوتن المعتد بنفسه، لم يدرك بأن برهانه الذي لم يستند إلى أي حساب، برهان غير مقبول. وبيان ذلك أن الكواكب إذا كانت تنتقل داخل مستوى معين، كما هو

مفترض في نموذجه، فإن «مادة السماوات» التي يجذبها دوران الشمس حسب تصور ديكارت، ستملأ *المكان* برمته. والحال أن الزوبعة ذات الأبعاد الثلاثة، لا علاقة لها عملياً بالزوبعة المتخيلة ذات البعدين؛ وعلى الرغم من كون هذا التكذيب أبهر نيوتن، إلا أنه يظل غير قابل للتطبيق مباشرة على المسألة المعنية[28].

بذلك انتهى نيوتن من تحرير الكتاب الثاني وشرع في إنجاز الكتاب الثالث. في هذا الإطار، قرر وضع نظامه الخاص للعالم كبديل لنظام ديكارت، معتقداً بأنه هدم أسس هذا الأخير تماماً، عبر البرهنة على استحالة فكرة الزوابع التي ارتكز عليها النظام الديكارتي جزئياً. والأمر الأساسي هنا، هو أنه سيدرج النتائج المحصل عليها سابقاً والتي فضل عدم الإعلان عنها كما ذكرنا من قبل. فلنتابع برهنته.

أبسط حساب في تاريخ الفيزياء

تذكّر نيوتن المحاولات التي قام بها في فترة شبابه، للبرهنة على أن «السبب» الذي يجعل القمر ثابتاً في مداره، هو نفسه الذي يؤثر على سطح الأرض تحت اسم «الثقالة». طبعاً لم تَلْقَ هذه المحاولات النجاح، لكنه ظل مقتنعاً بصواب نظرته. فقد اعتبر في قرارة نفسه أنه

إذا استعمل الجداول الفلكية، فإنه سيتمكن بشكل أفضل من تحديد المسافة بين القمر والأرض وتقدير السرعة التي يدور بها حول كوكبنا. بذلك، سيتأكد بشكل نهائي ما إذا كانت *القوة المندفعة صوب المركز*، التي تعيد القمر إلى مداره، هي الثقالة. وقد تساءل في هذا الإطار عما إذا كان برهان هيجنز المتعلق بالعجلة الكبيرة، سينطبق على القمر الذي نتصوره مربوطاً بخيط؟ وعلينا ألا ننخدع بالمظاهر التي يبدو فيها القمر «منفصلاً». فهناك في الواقع خيط غير مرئي يربطه بمداره؛ وهذا الخيط المساوي *للقوة المبعدة عن المركز*، أي التي تُبْعِد القمر عن الأرض، يتمثل بكل بساطة في *القوة المندفعة صوب المركز*.

بذلك تشكل الحساب تلقائياً. فقد اعتبر نيوتن بأن القمر يدور بسرعة منتظمة على دائرة تشكل الأرض مركزها. ولوصف هذه الحركة، كان في حاجة إلى معطيَيْن رقميَيْن وهما: شعاع الدائرة والسرعة التي يتنقل القمر بواسطتها على هذه الدائرة. قام بمراجعة المعطيات الفلكية المتوفرة، فتبين من خلالها ما يلي: حسب بطليموس، تقدر المسافة المتوسطة بين القمر والأرض بتسع وخمسين «نصف قطر» الأرض؛ أما حسب فاندلان Vendlin وهيجنز، فتقدر بستين، في حين قدرها كوبرنيك بستين ونصف.

احتفظ نيوتن برقم 60 الذي اعتبره ملائماً للحسابات وواقعياً أيضاً، خصوصاً عندما يكون القمر في وضعية قِران مع الشمس والأرض[29]. باختصار، أقرّ بأن المسافة بين القمر والأرض تساوي 60 أضعاف الشعاع الأرضي. لكن ما هو طول هذا الشعاع؟ حسب علماء الهندسة الفرنسيين الذين قاموا بقياسه، فإن محيط الأرض يبلغ 123249600 قدم[30]، بالتالي فإن شعاعها سيكون مساوياً لهذا العدد مقسوماً على $\pi 2$ مما يسمح بتقدير المسافة بين القمر والأرض كالتالي: π 123249600/2) x 60 قدماً.

قام نيوتن بحساب المعطى الثاني. فالقمر يقوم بدورة كاملة على مداره في غضون 27 يوماً و7 ساعات و43 دقيقة، أي ما مجموعه 39343 دقيقة، على افتراض أن اليوم يتكون من24 ساعة بالضبط. وفي الواقع، فإن اليوم «الفلكي» لعلماء الفلك، أقصر بحوالي 4 دقائق من اليوم «العادي». وإذا أخذنا هذا الاختلاف البسيط بعين الاعتبار، فإن القمر سيقوم بدورانه حول الأرض خلال 39235 دقيقة. بالتالي، ستكون سرعته (التي نفترض أنها منتظمة) هي: x 39235 /123249600×60 قدماً في الدقيقة. وهنا حصل على المعطى الثاني. ويقول نيوتن: لنتصور أن الرجل المربوط بعجلة هيجنز الكبيرة يمسك بالقمر المُثبت بدوره بطرف

الخيط؛ فحسب نظرية العالم الهولندي تمنح حركة العجلة الدائرية للقمر *قوة مبعدة عن المركز*، متناسبة مع مربع سرعة الدوران؛ لأن القمر «يجذب» الخيط. لنتصورْ أيضاً أن الرجل أفلت الخيط من يده، فماذا سيحدث؟ سيلاحظ بأن القمر يبتعد عنه وكأنه خاضع لحركة «متسارعة بانتظام». لكن، ما هي المسافة التي يقطعها في الثانية؟

حسب *مُبَرهنات هيجنز*، فإن هذه المسافة مساوية لمربع المسافة المقسوم على ضعف الشعاع. هكذا سيقوم نيوتن بحساب هذه العلاقة وسيجد بأنها تساوي 15، 1/ 12 قدماً[3]. طبعاً فإن القمر لا يبتعد عن الأرض في الواقع؛ والسبب حسب نوتن بسيط، وهو أن *القوة المندفعة صوب المركز*، تمده بتسارع موجَّه نحو الأرض يعادل *بالضبط* تأثير *القوة المبعدة عن المركز*. في آخر المطاف، يمكننا أن نتصور كيف تتصرف هذه القوة الأخيرة وذلك من خلال المثال السابق، حيث «يجذب» القمر الخيط. أما فَهْم نمط اشتغال *القوة المندفعة صوب المركز*، فتلك مسألة أخرى. فبالرغم من كونها تتصرف في الاتجاه المعاكس، إلا أن ذلك لا يطرح أي مشكلة لنيوتن. وما دامت هذه القوة بمثابة مبدأ فاعل *متموقع بالقمر*، فلن تكون هناك حاجة إلى تصور «آلية» يمكن للمركز من خلالها (وهو للإشارة مركز

الأرض) التجلي للقمر «عن بعد». إن ما يهم هنا هو أن *القوة المندفعة صوب المركز* «ترى» هذا الأخير. ألا ينطبق الشيء نفسه على الريغول المرصع بالنجوم الذي تتجه كل «الأشعة» صوب مركزه؟

بقي أمر آخر، وهو البرهنة على أن التسارع «المتجلي» على القمر بفعل *القوة المندفعة صوب المركز*، هو بالضبط التسارع الذي سيطال القمر في حالة ما إذا «سقط» بكل بساطة على الأرض، بفعل الثقالة وحدها.

العودة إلى هيجنز مرة أخرى

بعد بحث دؤوب عن الحقيقة، بيَّن هيجنز كيف يمكن بناء نواس يُقَدَّر اهتزازه على سطح الأرض بثانية؛ إذ يكفي أن يكون طوله 3 أقدام و8 حدود ونصف (يساوي القدم 12 بوصة وتساوي البوصة 12 حداً). وإذا ما ضربنا نصف هذا الطول بـ 2π فسنحصل على المسافة التي يقطعها جسم ساقط خلال ثانية، انطلاقاً من وضعه الساكن على سطح الأرض. وهذا هو الحاصل الذي كان نيوتن يحتاجه لإتمام حسابه. هكذا، حول نصف طول نواس هيجنز إلى حدود، فحصل على 220 وربع حدّ؛ بعد ذلك طبَّق تعليمات هيجنز وقام بضرب النتيجة في 2π فحصل على 2173 9/7 حد أو

15 قدماً وبوصة و1 9/7 حد؛ ولاحظ بأن التأثير يتزايد مثل مربع الزمن. فللحصول على المسافة المقطوعة في *ظرف دقيقة*، أي في 60 ثانية، يجب ضرب النتيجة المحصّل عليها خلال الثانية، في 60 x 60. لكن التأثير يتناقص مثل مربع المسافة، لهذا فإن النتيجة المعلنة ستكون صحيحة على سطح الأرض، إلا أنها ستكون أضعف بـ 60 x 60 بالنسبة لمسافة القمر (التي اعتبرها نيوتن مساوية لستين شعاعاً أرضياً). وإذاً، لا فائدة من القيام بعملية ضرب في 60 x 60، ما دام سيتم إنجاز قسمة على 60 x 60. فقيمة 15 قدما وبوصة و1 9/7 حدّ، تمثل المسافة التي قد يقطعها القمر في دقيقة لو «سقط» على الأرض بتأثير الثقالة وحدها. وقد كان التوافق مع قيمة 15 و1 12/1 قدماً المحصّل عليها بواسطة *القوة المندفعة صوب المركز*، مثيراً ولكنه لم يكن «كاملاً». لذلك قرر نيوتن تعديله ليبدو أكثر إثارة. هكذا افترض بأن الشمس تشوش على النتيجة رغم بعدها. فقام بضرب النتيجة المحصل عليها من القوة المذكورة، في عامل يمثل تأثير الشمس. وبعد تعديل هذا الحساب حصل على قيمة 15 قدماً وبوصة و1 9/4 حد؛ بذلك أصبح التوافق مع تأثير الثقالة «رائعاً». وإذا أخذنا بعين الاعتبار الارتياب الذي يتضمنه الحساب (المسافة بين الأرض والقمر، محيط الأرض

الخ...) فإن اللجوء إلى هذا «التعديل» لضمان نجاح العملية لا يبدو ضرورياً. وكان من المشروع استخلاص النتيجة التالية وهي أن «*القمر يثقل على الأرض*»[32].

اقتنع نيوتن من خلال «*اختبار القمر*» بأنه اختار الطريق الصحيح؛ فالمبدأ الذي يربط القمر بمداره ويقابل *القوة المبعدة عن المركز*، هو المبدأ نفسه المعروف بالأرض تحت اسم الثقالة. لذا، لم تبق سوى خطوة واحدة للتأكيد على أن الأمر نفسه ينطبق على باقي النظام الشمسي؛ وهي الخطوة التي قرر نيوتن القيام بها بهمة ونشاط.

هكذا، وبمنهجيته المعتادة، وضع لائحة من الفرضيات التي أسس عليها نظامه الجديد. وقد تبنى في البداية قاعدتين «لدراسة الفلسفة الطبيعية»[33]، ثم جمع المعطيات الأساسية لنظام العالم لكبلر في زمرة من ست فرضيات، مع إلغاء القانون الثاني لكبلر (الذي يؤكد على أن مدارات الكواكب إهليلجية)، إذ سمح لنفسه بإدراجه في نظامه، بوصفه نتيجة حتمية لمقدماته. بعد ذلك، صاغ الفرضية الأساسية التي ستسمح له باتخاذ الخطوة الحاسمة، باعتبارها واسطة عقد النظام برمته، ثم وضعها في المرتبة الثالثة ما بين القاعدتين والفرضيات الكبلرية الست؛ لهذا دعاها بالفرضية الثالثة[34].

الخيمياء بوصفها عنصراً مركزياً في نظام العالم

سيكشف نيوتن هنا عن وجهه الحقيقي بعد أن تَحَفَّظ مدة طويلة عن الإعلان عن قناعاته الخيميائية أومعتقداته الدينية، وهو ما تجلى في قولته التالية: «الفرضية الثالثة. يمكن لكل جسم أن يتحول إلى أي جسم آخر وأن يتخذ على التوالي كل المراتب الكيفية الوسيطة». ومن المؤكد أن هذه هي أجراً صيغة عرضها نيوتن، وهي قائمة أساساً على الخيمياء وتقدم المبرر الذي يحتاج إليه ليسلك طريق الملكية للجاذبية الكونية.

كانت عملية البناء بسيطة، حيث تحدَّدت كما يلي: كل الأجسام على الأرض يثقل بعضها على بعضها الآخر. القمر جسم، فهو يثقل إذاً على الأرض (وقد تمت البرهنة على ذلك). وما دام بإمكاننا باستمرار، تحويل جسم إلى جسم آخر» يمده بكل المراتب الكيفية الوسيطة»، فإنه ينتج عن ذلك بالضرورة أن كل الأجرام السماوية، مثل القمر، تثقل على الأرض (وعلى بعضها بعضاً أيضاً)، و«بالتالي فإن الثقالة تمارس كونياً باتجاه كل الكواكب»[35].

سيستخلص نيوتن من جراء ذلك النتيجة التالية: «إلى حد الآن سميت المبدأ الذي يبقي الأجرام السماوية داخل

مداراتها، *بالقوة المندفعة صوب المركز*. وما دام قد تقرر بأنها ليست شيئاً آخرغير الثقالة، فإنني سأسميها من الآن فصاعداً بالثقالة (أو الجاذبية)»[36]. وهكذا، ظهرت النظرية الخيميائية حول الجاذبية الكونية إلى الوجود.

مذنَّب حسَن الطَّالع

في زمن نيوتن، كان علماء الفلك يعتقدون بأن المذنبات تتميز عن الكواكب، لأنها تعبر السماوات على خطوط مستقيمة. بالتالي، كانت تشكل في نظرهم استثناءات في نظام العالم. وكان نيوتن يفكر في المذّنبات منذ مدة وأيضاً خلال فترة تحريره للكتاب الثالث. وقد جمع كل المعطيات التي استطاع التوفّر عليها والمتعلقة بمذنَّب سنة 1680، وهي 14 موقعاً تم تحديدها من طرف فلامستيد، وتغطي الفترة الممتدة ما بين 12 ديسمبر/ كانون الأول 1680 و5 فبراير/ شباط 1681؛ وأيضاً 7 مواقع حدّدها بمنظاره الخاص ما بين 25 فبراير/ شباط و9 مارس/ آذار 1681. بذلك، خاض مغامرة لا يستطيع خوضها سوى عالم هندسة ورسام بارع مثله؛ على أمل أن يحقق هدفه واقعياً، في أسرع وقت ممكن. هكذا، حصل على أوراق مخصصة للرسم ذات حجم كبير ورسم بها دائرة قطرها 32 بوصة تقريباً (أي

أكثر من 80 سنتيمتراً)، ممثل الأرض؛ ووضع بها نقطاً في المواقع التي اكتُشِف فيها المذنَّب. بعد سلسلة متعبة وبارعة من الحسابات والتدقيقات على الورق، أقرَّ بأن المذنب يتابع، مثل باقي الكواكب، مداراً إهليلجياً حول الشمس، وهو مدار ممتد، رسم نيوتن شلْجمه وفق حساباته[37]. بذلك انقلب كل شيء، إذ أصبح مذنَّب سنة 1680 عنصراً من عناصر نظام العالم، ولم يعد «استثناء»، بل أصبح يؤكد القاعدة.

لم يكتف نيوتن بإدهاشنا كعالم هندسي، بل إن عبقريته كخيميائي ستكون أكثر إدهاشاً؛ إذ لم يعد اهتمامه منصبًّا على شكل المدار فقط، بل أصبح دور المذنبات في نشاط الكون يهمه أكثر. ففي نظره، لم يعد هناك شك في الأمر. فمثلما أن المحيطات ضرورية لتشكل الأرض، كذلك فإن البخار المنبعث من ذيل المذنبات يتشكل كسحاب ويسقط كمطر على الأرض من أجل «سقي وإطعام» النباتات التي تنمو. «فهذه الروح التي تعتبر أصغر وأدق وأفضل جزء بهوائنا، والمؤهلة للحفاظ على حياة كل الأشياء على الأرض، تنبثق أساساً من المذنبات»[38].

وأخيراً وصل كتاب المبادئ إلى المكتبات

في شهر مارس/ آذار 1687 توصل هالي أخيراً بمخطوط الكتاب الثاني. وقد فوجئ بعدد صفحاته، إذ كان يتوقع الحصول على نص قصير كما لمّح نيوتن إلى ذلك خلال فصل الصيف، لكن حجم هذا الكتاب كان يماثل حجم الكتاب الأول. وبينما اعتقد هالي بأنه لن تكون هناك تتمة للكتاب، توصل بعد شهر بمخطوط الكتاب الثالث. وعلى الفور سلمه إلى ستريتر الذي كان قد انتهى تقريباً من طباعة الكتاب الأول. هكذا، ولمتابعة السير الجيد لطبع كتاب *المبادئ*، اضطر السكرتير المساعد إلى إهمال عمله بالجمعية الملكية، بحيث إن مهمة إصدار تقارير اجتماعات هذه الأخيرة بعنوان «المعاملاّت الفلسفية» تأخرت بثلاثة أشهر. لهذا قرر التعجيل بإصدار كتاب *المبادئ* قبل نهاية أعياد الفصح، أي قبل مدار الصيف.

من جهته، اعترف نيوتن بعد تخلصه من أعباء الكتاب المذكور *بنوع من الندم* وهذا شيء نادر لديه. فقد كتب إلى هالي يخبره بأنه سيهتم من الآن فصاعداً بأعمال أخرى بكامبريدج وطلب منه إدراج تصحيح قام به، بخصوص الملاحظة السابقة على القضية الرابعة بالمجلد الأول.

الغريب في الأمر أن نيوتن رغب في الاعتراف جهاراً

بكون علماء آخرين لعبوا دوراً أساسياً في اكتشاف قانون عكس المربع، لهذا طلب من هالي أن يدرج بالجملة الأولى ما يلي: «إن الحالة التي تم تصورها في النتيجة السادسة، تطبق على حركة الأجرام السماوية (وهو *ما اكتشفه مواطنونا ورين وهالي وهوك، بشكل مستقل*)»[39].

كان نيوتن قد وضع اسم هوك في الأخير عن قصد؛ غير أن هالي قام بدبلوماسية، وحتى لا يثير غضب سكرتير الجمعية الملكية، بتغيير مواقع الأسماء (حيث وضع اسم هوك في الوسط). وعند بداية شهر يوليوز/ تموز كتب إلى نيوتن قائلاً: «لقد أتممت طبع كتابكم وأتمنى أن يروقكم ذلك»[40].

بعد بضعة أيام، توصّل نيوتون بعشرين نسخة من الكتاب، فكلف على الفور هامفري نيوتون بتوزيعها على أصدقائه وعلى مديري المعاهد. ولم تمر سوى فترة قصيرة حتى التقى صدفة بطالب في الشارع وسمعه يقول لزملائه: «هذا هو الرجل الذي ألف كتاباً لا يفهمه هو نفسه ولا يفهمه غيره»[41]. وتلكم ملاحظة وجيهة جداً، لأن نيوتن تعمّد بأن يجعل نص المبادئ وخصوصاً المجلد الثالث، غامضاً ومستغلقاً على الفهم. وقد برّر ذلك بقوله: «إنني أكره النقاشات؛ ولهذا السبب، أي لتفادي

مضايقة الرياضيين الصغار لي (وهو يقصد هنا «السيد هوك بالخصوص») جعلت مؤلف *المبادئ* عسير الفهم، عمداً»[42].

الهوامش

1) R. Descartes, *Principia philosophiae*, Livre II, § 39, in *Œuvres, op. cit.*, vol. VIII.

2) Ibid., § 30.

3) C. Huygens, De motu corporum ex percussione,
حرر هيجنز هذا البحث باللاتينية وأرسله إلى الجمعية الملكية سنة 1669؛ وقد صدر بالفرنسية في السنة نفسها *بدفتر العلماء* تحت عنوان «قواعد الحركة ضمن التقاء الأجسام»؛ وأعيد نشره بالأعمال الكاملة لكريستيان هيجنز. انظر:
Oeuvres complètes de Christiaan Huygens, op. cit., vol. XVIII, p. 124.

4) Ibid.

5) Cité dans S. H. Nasr, *Knowledge and the Sacred*, Edimburgh University Press, 1981, p. 67
ويعتبر ستويكوس مبتكر صيغة «الفلسفة الدائمة» التي تتحدّد من خلالها «الحكمة الدائمة» الموجودة في صميم كل ديانة والتي تربط تقاليد القدماء بأصل الوجود الإنساني. وهذا المفهوم عزيز على نيوتن.

6) R. Descartes, *Principia philosophiae*, Livre II, § 7, op. cit.

7) I. Newton, *Principia*, Deuxième loi du mouvement.

8) نادراً ما ينسب هذا المبدأ إلى ديكارت في كتب الفيزياء.

9) I. Newton, *Principia*.

10) R. Descartes, *Principia philosophiae*, Livre II, § 36, op. cit.

11) ستصبح هذه الصيغة هي المسألة 25 ضمن القضية 36 بالمجلد الأول من كتاب *المبادئ*، في *طبعته الثالثة*.

12) ألفاظ متعلقة بحساب المثلثات، وقد كانت تستعمل في القرن السابع عشر.

13) J. Kepler, *Astronomia nova, op. cit., Introductio*, § VIII.

14) رغم اختيار هذا العنوان «المثير»، فإن الطبعة الأولى من كتاب *المبادئ* لم تعرف النجاح المنتظر؛ إذ خلال عشر سنوات بيعت منه بضع مئات من النسخ فقط.

15) A. Virel, *Histoire de notre image*, Genève, 1965, p. 194.

16) Ibid., p. 69.

17) أو على الأرجح، عندما يتم إزالة المظهر المصطنع، الناتج عن كون المكان المحتل لا يتجه صوب المركز إلا عندما نضبط حده، أي عندما «يختفي» القوس PQ.

18) Thomas Birch, *The Historyof the Royal Society of London*, quatre volumes, Londres, 1756, vol. 4, p. 479.

19) Ibid., p. 486.

20) F. Willughby, *Historia piscium*.
بعد وفاة المؤلف، قام تلميذه جون ري J. Ray بإتمام العمل.

21) *Correspondence, op. cit.*, vol. 2, p. 441.

22) G. W. Leibniz, *Acta eruditorum*, Leipzig, juin, 1686.

23) Ibid.

24) I. Newton, *Principia*, Livre II, Scholie du Lemme 2.
حسب بعض الرياضيين، فإن تأكيد نيوتن على أن هذه الصيغة صحيحة «سواء كانت m و n من الأعداد الصحيحة أو من الكسور، وسواء كانتا إيجابيتين أو سلبيتين»، يشكل مساهمته

الكبرى في ابتكار حساب التفاضل. والحال أن هذه النتيجة قد قدمها لايبنتز من قبل وبشكل عام، حيث جاء فيها: «بإمكان قاعدة القوى الصحيحة أن تكفي لمعالجة القوى المنكسرة (الكسور) والجذور» انظر:

Acta eruditorum, op. cit. oct. 1684, p. 223.

25) L. de Lagrange, *Méchanique analitique,* Desaint, Paris, 1788, réimpression J. Gabay, Paris, 1989, p. 163.

26) R. Descartes, *Principia philosophiae,* Livre III, § 24 - § 30, op. cit.

27) يشير الأستاذ كليفورد تروسديل C. Truesdell المتخصص في المجلد الثاني (من كتاب *المبادئ*) بأن هذا الكتاب «أصيل من كل الجوانب؛ لكن كل ما يوجد فيه خاطئ أساساً». فهو مليء بالفرضيات «التي تبرز في كل منعطف وبافتراضات خفية تستخدم كيفما اتفق؛ في حين أن الفرضيات المعلنة لا تستخدم أبداً». انظر:

C. Truesdell, Reactions of late Baroque Mechanics to Success, Conjectures, Error and Failure in Newton 's Principia, in *Tha annus mirabilis of Sir Isaac Newton, 1666 – 1667,* Massachussetts Institute of Technology Press, Cambridge (Mass.), 1970, pp. 192- 232.

28) من أجل تحليل مفصل لهذه المسألة، انظر مثلاً:

P. F. Neményi, The Main Concepts and Ideas of Fluid Dynamics in Their Historical Development, *Archives for History of Exact Science,* 1962, vol. 2, pp. 52 – 86.

29) يحصل القران *syzygia* (باللاتينية) بين الشمس والأرض والقمر، عندما تكون مواقعها مصفوفة.

30) حسب وحدات القياس الفرنسية المعمول بها في تلك الفترة، فإن مقدار القامة هو ستة أقدام باريسية (1،9 متر تقريباً) أو 6 و5/2

أقدام إنجليزية؛ ويقدر الحد بـ 12/1 بوصة، كما أن 12 بوصة تساوي قدماً.

31) النتيجة هي 15 قدماً وبوصة و1 و9/2 حد، إذا ما قمنا بالعملية وفق اليوم الفلكي؛ و15 قدماً و1 و9/3 حد إذا أخذنا اليوم العادي بعين الاعتبار. وهذه القيمة قريبة من 15 قدماً و1 و12/1 حد، وهي القيمة التي توصل إليها نيوتن، لكنها ليست مساوية لها. ولا نعرف على وجه الدقة كيف أنجز نيوتن هذا الحساب.

32) I. Newton, *Principia*, Livre III, Proposition 4.

33) وهي ما ندعوه اليوم بالفيزياء.

34) سحب نيوتن الفرضية الثالثة من الطبعات التالية لكتاب *المبادئ*، كما دعا الفرضيات الكبلرية الست بالظواهر.

35) I. Newton, *Principia*, Proposition 5, Corollaire 1.

36) Ibid., Scholie.

37) Ibid., Proposition 41.

38) Ibid.

39) تصرح هذه النتيجة بما يلي: «إذا كانت الدورات تمثل 2/3 من قوة الأشعة وبالتالي إذا كانت السرعة متناسبة عكسياً مع الجذر المربع للأشعة، فإن *القوى المندفعة صوب المركز* تكون متناسبة عكسياً مع مربع الأشعة، *والعكس صحيح*». انظر:

Principia, Livre I, Proposition 4, Corollaire 6

40) *Correspondence*, *op. cit.*, vol. 2, p. 481.

41) روى مارتن فولكس M. Folkes الذي كان يعمل مساعداً لنيوتن بدار السكة، هذه الحكاية إلى جون كوندويت J. Conduitt سنة 1727. انظر: Keynes, MS 130, 5 f. 1.

42) وهي أقوال منسوبة إلى نيوتن، نقلها جيمس ديرهام J. Derham صديق هذا الأخير، إلى جون كوندويت بتاريخ 8 يوليوز/ تموز 1733. انظر: Keynes, MS 133, p. 10.

IV
خاتمة

قليل من الناس بلندن قرأ ديكارت
وقليل منهم قرأ نيوتن أيضاً
ومع ذلك فإن الجميع يتحدث عنهما.

فولتير، الرسالة الفلسفية الرابعة عشرة، 1727

المفتّش الكبير

انحلال عالم نيوتن

بينما كان نيوتن يوزع نسخاً من كتاب *المبادئ* على أصدقائه، قام شاب مغمور يُدْعى الأب بيير فارينيون Pierre Varignon (1654 – 1722) بصياغة *مشروع ميكانيكا جديدة*. فقد تحمَّست مخيلة هذا الشاب عندما اكتشف بمجلة *Acta eruditorum* مباحث لايبنتز في حساب التفاضل. وكان عضواً هامشيا بالفريق الذي كان يجمع حول الأب نيقولا مالبرانش Nicolas Malbranche ثلة من أفضل الفلاسفة والرياضيين الفرنسيين، ورثة مارتن مارسين وديكارت، والذين نذكر من بينهم غيوم دو لوبيطال G. de L'Hopital وشارل روني رينو C–R Reynau ولوي كاري L. Carré.

قرأ فارينيون كتاب *المبادئ*، وعلى الفور خطرت له فكرة إعادة صياغته في ضوء «الميكانيكا الجديدة» التي تصورها. هكذا أدرج في الفيزياء الرياضية الجنينية صيغة لايبنتز dx/ dt للتعبير عن السرعة الآنية للجسم المتحرك؛ ثم شرع في العمل.

بتزامن مع ذلك، بدأ العالَم الضيق الذي عاش فيه نيوتن

مكتبة الرمحي أحمد ٣٢٨

بكامبريدج يتفكك. فقد توفي هنري مور سنة 1687 وتوجه هيجنز إلى لندن سنة 1689. وفي جلسة من الجلسات العلمية للجمعية الملكية، قدم هذا الأخير إلى نيوتن عالماً رياضياً سويسريا شاباً يحظى برعايته، اسمه نيقولا فاتيو دو دويليي N. F. de Duillier. وكان نيقولا قد انتُخب سنتين من قبل عضواً بالجمعية واشتهر في إنجلترا باعتباره أحد المقربين من الملك. وفي مدة زمنية وجيزة أعلن بأنه ابن روحي لنيوتن.

من جهته، قام هيجنز فور عودته إلى هولندا بإضافة «ملحق» إلى كتابه «*خطاب حول الثقالة*» الذي سبق أن حرر نسخته الأولى سنة 1669 بباريس، وعبر عن ذلك قائلاً: «منذ مدة تصورت أن بإمكان الشكل الكروي للشمس أن يُرْسَم مثلما ترسم كروية الأرض. لكنني لم أوسع حجة الثقالة لتشمل مسافات بعيدة، مثل بعد الشمس عن الكواكب أو بُعد الأرض عن القمر، لأن زوابع السيد ديكارت، التي بدت لي من قبل قريبة من الصواب وشغلت بالي، كانت تشكل عقبة في طريقي»[1]. سيتابع هيجنز حديثه، مشيراً إلى الحساب الذي أنجزه نيوتن بخصوص القمر: «إن الثقالة في نظام السيد نيوتن، سواء تمت من الكواكب باتجاه الشمس، أو من الكواكب التابعة باتجاه كواكبها نفسها، تعتبر متناسبة مع عكس مربّع المسافات التي تفصلها عن مركز دورانها.

وهو ما تأكد بشكل رائع من خلال البراهين حول القمر؛ وبيانُه أن *القوة المبعدة عن المركز*، التي هي مصدر حركته، مساوية بالضبط لثقالته باتجاه الأرض؛ وبالتالي فإن هاتين القوتين المتعارضتين، تجعلانه معلَّقاً حيث هو»[2].

في 30 ديسمبر/ كانون الأول 1691، توفي روبير بويل بلندن عن سن تناهز الخامسة والستين، وذلك بعد وفاة أخته التي عاش في منزلها عازباً مدة سبع وأربعين سنة.

مغادرة نيوتن لكامبريدج

في 20 أبريل/ نيسان 1696 وضع نيوتن لأول مرة توقيعه بدفتر المغادرة Exit et Redit بترينيتي، حيث قدم استقالته كعضو بالمعهد. وفي صبيحة يوم 2 مايو/ أيار، تقدم إلى مقر سك النقود بقلعة لندن وعُيِّن في جو احتفالي محافظاً مكلفاً بالعملة. ولمباشرة مهامه أدلى بالقسَم التالي: «أقسم بألا أكشف عن أسرار الابتكار الجديد الذي يسمح بتدوير القطع النقدية وطبع أحرف وعلامات بجوانبها، مباشرة أو بشكل غير مباشر. *وليكن الله وليي في التوفيق*»[3].

كانت هذه الإصلاحات مستعجلة، لأن إنجلترا كانت على مشارف الإفلاس. كما كان برنامج سك عملة جديدةفي طريقه إلى الإفلاس أيضاً، خصوصاً وأن العملة

القديمة لم تعد مستعملة بسبب عيوبها وتزويرها وبسبب أنواع الشطط الأخرى. لذلك، نصَّب نيوتن نفسه مفتشا كبيراً للعملة الملكية بإنجلترا. وهذه الصيغة لم تكن اعتباطية. فقد قام في البداية ببحث دقيق في الوثائق التاريخية المتعلقة بوظيفته الجديدة. وتمكّن بالاعتماد على نص فرنسي بعنوان *ديوان النقود*، وأيضاً بجمع القرائن، من إعادة الهيْبة التي كانت مقترنةً بهذه الوظيفة في المرحلة الأولى من تأسيس دار السكة، في عهد الملك إدوار الأول.

بعد ذلك، أنشأ شبكة من العملاء، تحددت مهمتهم في التسلل داخل أوساط مزوّري النقود بالأحياء اللندنية الفقيرة؛ وانخرط بنفسه في هذه الشبكة. هكذا، كان يقضي الساعات بمكتبه أو بقاعات الاستنطاق بسجن «نيوغيت»، أو خلال اللقاءات السرية بالغرف الداخلية لبعض المقرات المشبوهة بشرق لندن، من أجل المتابعة أو المشاركة في الاستنطاق الشرس للمشتبه فيهم.

من جانب آخر، ستعرف حياته الاجتماعية المنعدمة تقريباً، منعطفاً باتجاه الأفضل. ذلك أن ابنة أخته غير الشقيقة حنا، واسمها كاترين بارتون C. Barton ستستقر بمنزله للعناية بشؤونه. وكانت كاترين البالغة من العمر سبع عشرة سنة فاتنة وورعة، بحيث افتتن بها كل أصدقاء

خالها. ويجب تسجيل هذا المعطى الجديد، وهو أن المعتزل السابق بمعهد ترينيتي، أصبح يتوفر الآن على أصدقاء! ومن بينهم، في المقام الأول، أكبر فلاسفة إنجلترا وهو جون لوك John Locke الذي عوّض لوحده الثلاثي القديم المكوَّن من بارو ومور وبويل. إلى جانب لوك، كان هناك أيضاً شارل مونتاغو C. Montagu وهو أحد الأعضاء السابقين بمعهد ترينيتي الذي سيحظى فيما بعد بلقب بارون هاليفاكس Halifax. وللإشارة، فإن نيوتن حصل على منصب محافظ بدار السكة بفضل تدخل هذا الأخير لفائدته لدى الملك. بجانب هذين الصديقين الحميمين، سيبرز كل من العالم الرياضي الشاب وليام ويستون W. Whiston الذي عمل مساعداً لنيوتن بكامبريدج، والذي سيُقترح من لدنه ليشغل منصب أستاذ كرسي لوقا؛ وفيلسوف أكسفورد الشاب صامويل كلارك S. Clarke.

بعد هذه الوقائع، تسارعت الأمور. ففي سنة 1699 أشرف مونتاغو رسمياً على تعيين نيوتن محافظاً بدار السكة؛ وبذلك أصبح هذا الأخير يتلقى راتباً سنوياً يتراوح قدره ما بين 12 و15 ألف جنيه استرليني. وفي الأسبوع الأول من شهر مارس/ آذار 1703، تلقى نيوتن خبراً «رائعاً»، يتمثّل في وفاة روبير هوك أقدم خصم له وكابوس سنوات

عزلته بكامبريدج. فبالنسبة لأستاذ كرسي لوقا السابق، يشكل هذا الخبر نوعاً من الخلاص، حيث لم يعد يوجد سوى شخصين، وهما فلامستيد ولايبنتز، يمكنهما إزعاجه والاعتراض على سلوكه المتمثل في نسبة الاكتشافات لنفسه من دون غيره.

في جميع الأحوال، سيقوم نيوتن بنشر أعماله حول الضوء، التي ظلت طيَّ الكتمان قرابة عشرين سنة، لأنه لم يكن يرغب في عرض أطروحاته والدفاع عنها أمام خصمه الراحل. وشاءت الصدف أن أعضاء الجمعية الملكية عيَّنوه رئيساً لهم خلال الاجتماع السنوي للجمعية بسان أندري Saint – André بتاريخ 30 نوفمبر/ تشرين الثاني من السنة نفسها. لذلك سيضطر إلى الاستقرار تارة بلندن وتارة بكنسنغتون Kensington رفقة ابنة أخته وزوجها جون كوندويت. ولكونه اكتسب تجربة غنية أثناء تحرير كتاب *المبادئ*، فإنه سيشرع في كتابة «مذكراته» المتعلقة بالبصريات، مستخدماً هذه المرة لغة تخفي أفكاره العميقة. هكذا، قرر استخدام الإنجليزية التي كانت حينئذ لغة غامضة وقليلة التداول في العالم مقارنة باللاتينية.

كان نيوتن قد استعمل سلسلة من المبرْهنات الهندسية في كتاب *المبادئ*؛ أما في هذه المرة فسيقوم بوصف تجاربه

حول تشتت أشعة الشمس، معتمداً على مَوْشور ثم موشورين فثلاثة الخ... واقترح عنواناً تداولياً لمؤلفه هو *البصريات*. وعلى غرار الباب الأول ضمن كتاب *المبادئ*، شمل هذا العمل تعريفات وأوليات وقضايا ومسائل؛ وبذلك كان المجلد الأول *للبصريات* جاهزاً.

بعد ذلك، شرع في تحرير المجلد الثاني، وهي العملية التي أصبحت ممكنة بعد وفاة خصمه القديم؛ ذلك أن هوك الذي اعتبر رائداً في الدراسات حول الانعكاسات والانكسارات وألوان الأجسام الشفافة، لم يعد حاضراً ليتهمه بالسرقة العلمية. إثر ذلك، فكر في إنجاز المجلد الثالث.

telegram @ktabpdf

عودة إلى الخيمياء

وجد نيوتن صعوبة في تحرير المجلد الثالث، لأن السؤال الذي واجهه هو إلى أي حد يمكنه التعبير عن عقيدته الخيميائية؟ فمن الواضح أن حريته كانت محدودة بهذا الخصوص. لهذا، افتتح الكتاب بإحدى عشرة ملاحظة حول الأعمال الرائدة للأب غريمالدي، مكتشف ظاهرة انكسار الأشعة الضوئية. كما أنجز 16 سؤالاً بصيغة: «أليس صحيحا أن... ؟». وتفيد هذه الصيغة بأنه يعرف، أو

يخمّن على الأقل، الأجوبة على هذه الأسئلة؛ وهو ما عبر عنه بقوله: «ألا تؤثر الأجسام على الضوء من بعيد وبالتالي ألا تحول بعملها هذا الأشعة الضوئية؟ ثم ألا يُعتبر هذا التأثير أقوى (*coeteris patibus*) عند وجود مسافات أقصر؟».

لم يجرؤ نيوتون على إعطاء مزيد من التفاصيل، خصوصاً وأن بعض «تلاميذه» الأقل تحفظاً، كانوا مصدر إزعاج له خلال كتابة هذه السطور. فقد كان فاتيو دو دويليي يعتبر نفسه زعيماً كاريزماتياً لديانة جديدة، سيحتل فيها نيوتن موقعاً شبيهاً بالموقع الذي احتله لوثر أوكالفن (في البروتستانتية). هكذا، نصّب فاتيو نفسه على رأس الكالفانيين الأوكسِتانيين المقاتلين الذين هاجروا إلى لندن (قادمين من جنوب فرنسا)، إثر تراجع النظام الحاكم بفرنسا عن مرسوم نانط (وهو المرسوم الذي كان يقر بحرية المعتقد)؛ واعتبر بأنه حامل لروح الأنبياء كما أعلن عن يوم القيامة وعن العودة القريبة للمسيح إلى الأرض لإقرار مملكة الله. ونظراً لمبالغته في دعوته، فقد رعاية الملك له وتم اعتقاله ومحاكمته والتشهير به أمام الملأ، على مدى يومين بشيرينغ كروس Charing Cross.

بعد مرور سنة على هذا الحدث، قام ويستون بدوره بسلوك جنوني، حيث دعا إلى تبني معتقد أرياس؛ وعلى

الفور فقد منصبه كأستاذ كرسي لوقا؛ ومع ذلك تمادى في الترويج لدعوته، أملاً في مساعدة «أستاذه» نيوتن؛ لكن هذا الأخير لم يحرك ساكناً.

في سنة 1706، أي بعد مرور سنتين على تحرير كتاب *البصريات* بالإنجليزية، أصدر نيوتن ترجمة لاتينية لهذا العمل، غيّر فيها محتويات الكتاب الثالث الذي سيتضمن عدة أسئلة جديدة وضعها في الصفحات الأخيرة من العمل، كما هو الشأن في النسخة الإنجليزية [5]. ففي السؤال 22 [6]، عالج نيوتن صراحة مسألة التحول متسائلاً: «أليست الأجسام الكثيفة والضوء قابلة جميعها إلى أن تتحول؟ ثم ألا تتلقى الأجسام من خلال نشاطها جزيئات من الضوء تشكل مكوناً من مكوناتها؟». سيجيب على هذا السؤال في الفقرة التالية قائلاً: «إن تحول الجسم إلى ضوء والضوء إلى جسم يتلاءم جيداً مع مسار الطبيعة، التي يبدو أنها تنعم بهذه التحولات». كما سيعتمد على المفاهيم الأرسطية للعناصر الأربعة وللكيفيات الأربع قائلاً: «تحول (الطبيعة) الماء المكون من ملح سائل جداً وبدون مذاق، بفعل الحرارة، إلى بخار، وهو نوع من الهواء؛ وبفعل البرودة تحوله إلى جليد، أي إلى حجر جامد وصافٍ (نصف شفاف) سريع الانكسار والانصهار. ويصبح هذا الحجر ماء من جديد

بفعل الحرارة، كما يصبح البخار ماء من جديد بفعل البرودة».

وسيثير نيوتن مثال المعادن قائلاً: «يبدو الزئبق أحياناً على شكل معدن سائل وأحياناً على شكل معدن جامد وسريع الانكسار؛ وأحياناً أخرى على شكل ملح صاف ومذيب يدعى المُصَعَّد، وتارة على شكل تراب أبيض بدون مذاق، صاف ومتبخر، وتارة أخرى على شكل تراب أحمر كثيف ومتبخّر يدعى كبريت الزئبق».

ويختم نيوتن هذه المعالجة متسائلاً: «ما دامت لدينا كل هذه التحولات الغريبة والمتنوعة فما الذي سيمنع الطبيعة من تحويل الأجسام إلى ضوء وتحويل الضوء إلى أجسام؟».

سيشكل *السؤال* 23 لوحده بحثاً خيميائياً حقيقياً، أكبر من مبحث *عن الحركة* بثلاثة أضعاف، أي أنه سيغطي أكثر من 30 صفحة. وقد تساءل فيه نيوتن عما يسبب الظواهر التي نلاحظها في الطبيعة قائلاً: «ألا تتوفر جزيئات الأجسام على بعض القدرات أو الخصائص أو القوى التي لا تسمح لها فقط بالتأثير من بعيد على أشعة الضوء، بغرض عكسها وكسرها وتحويل اتجاهها، بل أيضاً بالتأثير على بعضها بعضاً من أجل تكوين جزء كبير من ظواهر الطبيعة؟»[7].

لتفادي أي سوء فهم بصدد استعمال كلمة «جاذبية»، سيوضح نيوتن الأمر في الصفحات اللاحقة قائلاً: «ما أدعوه بالجاذبية، يمكن أن ينتج عبر عملية دفع أو أي وسيلة أخرى أجهلها. وقد استخدمت هذه الكلمة للإشارة فقط وبشكل عام إلى كل قوة تسمح للأجسام بالميْل نحو بعضها بعضاً، كيفما كانت الأسباب». ثم إن لغة نيوتن ستصبح فجأة شاعرية، إذ سيستعرض أمامنا، صفحة تلو صفحة، الموكب الهائل المتضمن لكل مبادراته ولكل آماله المتراكمة على مدى السنين، داخل غرفه المغلقة بمعهد ترينيتي. وكما كان الأمر زمن الأباطرة الرومانيين، عندما كان يمر موكب القضاة العاملين والجنود والسجناء، كذلك سيمر موكب المبادئ الفاعلة والجاذبية وجزيئات الأجسام الحسية، عابراً فضاء أفكارنا وسالكاً طريقاً سحرية باتجاه مقر الآلهة لتقديم الشكر إلى الإله جوبيتر (المشتري). كان ذلك بمثابة إعلان عن انتصار الخيمياء! فالذهب والزئبق والفضة والرصاص والقصدير والنحاس والأبخرة والروائح، مرتبطة جميعها فيما بينها بواسطة قوة خفية، لكنها حاضرة في كل مكان، ألا وهي الجاذبية.

شعائر الفيستا وكاهنها العظيم

في سنة 1715 وجه لايبنتز إلى تلميذته السابقة كارولين فون أنسباخ Caroline von Anspach التي أصبحت أميرة الغال Galles وكنة الملك جورج الأول، رسالة يهاجم فيها المعتقدات الدينية لنيوتن. وقد آخذه بالخصوص على اعتقاده «اللامعقول» بالتدخل الإلهي في الطبيعة. يقول لايبنتز: «لا يجب في نظري أن نحشر المعجزات في تفسير الأشياء الطبيعية»[8].

كان لايبنتز اللوثيري يعتقد بالحضور الواقعي للمسيح بالقربان المقدس، لذلك أشعل من جديد فتيل النزاع القديم حول تحول خبز القربان وخمره إلى جسد المسيح ودمه، أو استحالة القربان. وبمجرد سماع الملك جورج الأول بالخبر، كلف نيوتن بالرد على هذا الهجوم الموجه ضده. وفعلاً، كتب هذا الأخير رسالة إلى الملك المذكور وسلمها إلى الأب أنطونيو كونتي، وهو أرستقراطي من مدينة البندقية حظي بثقة الملك منذ حلوله المؤقت بلندن.

كان عنوان الرسالة هو *كرونولوجيا الممالك القديمة*، وقد سمح نيوتن لكونتي بنسخها. وعلى الرغم من الوعْد الذي قدمه هذا الأخير لإبقاء الأمر سراً بينهما، إلا أنه وضع ملخصاً لها، سلمه لصديقه بفرنسا، الأب اليسوعي

سوسيي Souciet المعروف بعلمه الواسع.

بعد مرور بضعة أشهر، نشر نيوتن الرسالة. وعلى الفور قام زميل سوسيي بالقارة (الأوروبية) وهو الأب هاردوان Hardouin بنشر نقد لاذع لها، ختمه بما يلي: «من الواضح أن هذا *الرجل العظيم* وعالم الهندسة والرياضيات الأول في أوروبا، وبسبب عدم تمكنه من اليونانية (...) قد أسس نظاماً هشاً في أواخر حياته. والسؤال هو: ألن يمسّ ذلك بسمعته؟»[9].

إن التفسيرات التي قدمها نيوتن في *الكرونولوجيا* المذكورة، لن تفاجئ قارئ هذا الكتاب، إذ جاء في الرسالة ما يلي: «لقد عبر أبولي Apulée عن الأمر قائلاً: يروى أن من بين أسرى الملك قمبيز Cambyse الذين جُلبوا من بابل إلى مصر، كان هناك العديد من الكهنة الذين تتلمذ فيثاغوراس على يدهم؛ وكان الكاهن الأكبر زرادشت الحامل لكل الأسرار هو معلمه الرئيس. ومن خلال اللقاءات التي أجراها هذا الأخير ببابل، يبدو أن معارفه مستمدة من الكلدانيين، لأنه كان ملماً بعلم الفلك وكان يستخدم تقويمهم[10] (...). وتنسب الأقوال التالية لزرادشت، ضمن الشرح المقدس لشعائر الفارسيين، ومما جاء فيها (...) إنه الكائن الحقيقي والكامل والحكم وحده خالق الطبيعة

(...)، هذا هو إله كهنة فارس القديمة؛ فقد كانوا يعبدونه ويخصصون مكاناً دائماً للقرابين.بمذبح وسط مكان دائري محاط بخندق. ولم يكن هناك معبد، كما لم تُقَم أية شعائر للأموات ولا للصور..»[11].

نلاحظ من خلال هذه المعطيات، كيف ظل نيوتن وفياً لشعائر فيستا.

وفاة نيوتن

في سنة 1726 سُجن فولتير Voltaire المنتمي إلى عامة الشعب بالباستيل Bastille، لأنه تحدى للمبارزة شاباً نبيلاً كان قد عَرَّضَه للضرب. وبعد مرور بضعة أيام، تلقى الأمر بمغادرة فرنسا على الفور، فلجأ إلى لندن. وهناك تعلم الإنجليزية ودرس التقاليد السياسية والتقى بكبار الكتاب وجمع معلومات حول ما يجري حوله[12]. سمع فولتير بنيوتن العظيم الذي كان يعيش أواخر أيامه (كان عمره يناهز الثالثة والثمانين سنة)، منزوياً بضيعته الواقعة بكنسنغتون؛ وقرر الالتقاء به، لكن الظروف لم تسمح بذلك. فبتاريخ 23 مارس/ آذار من السنة نفسها، أُعْلِن بسجل الجمعية الملكية ما يلي: «لم ينعقد الاجتماع هذا اليوم، لأن كرسي الرئاسة ظل شاغراً بسبب وفاة السيد إسحاق نيوتن».

وبأمر من الملك جورج الأول أعيد رماد نيوتن إلى لندن وَوُضِع بدير ويست منستر Westminster Abbey في حفل مهيب وحمل النعش اللورد المستشار ودوق روكسبورغ Roxburgh ودوق مونروز Montrose (أعضاء مجلس اللوردات بإنجلترا)، وأيضاً من طرف الكونت دو بيمبروك Pembroke والكونت دو سوسيكس Sussex والكونت ماكليسفيلد Macclesfield أعضاء الجمعية الملكية.

حضر فولتير الجنازة وقرر الشروع في دراسة الفيزياء، تكريماً على طريقته لذكرى الراحل. وقبل أن ننهي هذا الكتاب، نعطي الكلمة مرة أخيرة لهذا الخيميائي العظيم الذي يقول: «إذا أزلتم الحركة المنبثقة من المبادئ الفاعلة، فلن يمكث سوى الشيء القليل بالطبيعة. فبدون هذه المبادئ، ستكون الكرة الأرضية والكواكب والمذنبات والشمس مجرد كتل عاطلة، باردة وجامدة؛ ولن يكون هناك هدم ولا تَكَوُّن ولا نموّ نباتي ولا حياة على الأرض، كما لن تظل الكواكب والمذنبات في مداراتها»[13].

سلام على ذكراه. ذلك أن نار معبد الفيستا التي ألهبها، ما زالت تضيء العالم.

إيسيراك Issirac بتاريخ 13 مارس/ آذار 2000،

تكريما لشارل مورغان Charles Morgan

منشد «وحدة الروح».

مكتبة الرمحي أحمد

الهوامش

1) C. Huygens, *Traité de la Lumière*,Leyde, 1690, réimpression Dunod, Paris, 1992, p. 189.

2) المرجع نفسه؛ تحدث نيوتن في الكتاب الثالث من مؤلف *المبادئ* ثلاث مرات عن *القوة المبعدة عن المركز*. وربما كان ذلك ناتجاً عن سهو، حيث ربط هذه القوة الواقعة بخط باريس، بمثيلتها الواقعة بخط الاستواء؛ وهو ما مكنه من إبراز الاختلاف بينهما. وفي الواقع، فإن ما يوجد حقيقة بالنسبة إليه، هو المبدأ الفاعل المتمثل في *القوة المندفعة صوب المركز*. *فالقوة المبعدة عن المركز*، المتولدة عن الدوران، هي مجرد نتاج للحركة؛ وبالتالي، لا يمكنها أن تكون سببا لها. وسيعمل نيوتن في الطبعة الثانية من *المبادئ* على تعويض هذه القوة الأخيرة *بالقوة المندفعة صوب المركز*، داخل استدلالاته. انظر:

Principia Livre III, Proposition 19, Problème 3.

3) I. Newton, *Correspondence, op. cit.*, vol. 4, p. 201.

4) J. Harrison, *The Library of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge, 1978, p. 59.

5) في الطبعة الثانية (الإنجليزية)، الصادرة سنتي 1717 و1718، أدرج نيوتن بين السؤالين 16 و17، الموجودين بالطبعة اللاتينية، 8 أسئلة جديدة تتعلق بالأثير الذي أصبح يؤمن بوجوده منذ ذلك التاريخ. كما أن السؤال 23 بالطبعة اللاتينية سيتحول إلى السؤال 31 بالطبعة الأخيرة وسيصبح عنوان هذا السؤال هو المتداول في ما بعد.

6) I. Newton, *Opticks*, Livre III, *Query* 22 (Question 30 de l'édition définitive).

7) Ibid. *Query 23 (*Question 31 de l'ed. def.).

8) Lettre de Leibniz à S. Clarke, *Leibniz – Clarke, Correspondance*, Presses Universitaires de France, Paris, 1957, p. 18.

9) E. Souciet, S. J., *Recueil de dissertations critiques, contenant (..) cinq dissertations contre la chronologie de M. Newton*, vol. 2, Paris, 1726.

10) يقصد التقويم الكلداني.

11) I. Newton, *Chronology of ancient Kingdoms amended*, Londres, 1728, trad. Fr. *Chronologie des anciens royaumes corrigée*, Paris, 1728, p. 376, reproduit dans, *Isaac Newton, Ecrits sur la religion, op. cit., p. 86.*

12) جمع فولتير هذه المعلومات بعد سنتين من رجوعه إلى فرنسا تحت عنوان *الرسائل الفلسفية*.

Lettres philosophiques, réed. Mille et une Nuits, Paris, 1999.

13) I. Newton, *Opticks*, Ouestion 31 de la version définitive.

ملاحق

موجز خيمياء نيوتن

تستمد خيمياء نيوتن عناصرها من تقاليد عديدة، لذلك لا يمكن أن تُخْتَزَل في واحدة منها من دون غيرها. ويحاول هذا الموجز الكشف عن الألفاظ الرئيسة والمفاهيم التي استعملها. كما أن العلامات النَّجْمِية تحيل على كلمات مُعَرَّفة في الموجز.

- **الأثير**: مركّب من النفحات* الشبيهة بالأبخرة والروائح التي يتكون منها الهواء*، لكنه أقل كثافة وأكثر نفاذاً ومرونة. وهو ينزل إلى مركز الأرض حسب نيوتن، حيث يُقْذف به إلى الخارج، «ذلك أن الطبيعة تنشئ الحركة بواسطة الصعود البطيء لكمية كبيرة من المادة من جوف الأرض بشكل أثيري». والملاحظ أن رأي نيوتن حول طبيعة وتكوين الأثير وحتى وجوده، سيتغير مرات عديدة خلال مسار حياته (مثلاً يعود الاستشهاد السابق إلى سنة 1675).
- **النسور**: هي مثل النسر الذي يرتفع بصيده إلى الأجواء العليا، تحمل منتوجات التقطير والتصعيد* معها

النفحات* (فيلاليتيس).

- **نسر المشتري:** لما كان المشتري هو الكوكب المقابل للقصدير، فإن نسره* سيكون مادة مشتقة من المعدن نفسه. وقد سعى نيوتن إلى دفع هذا النسر إلى «الطيران» داخل المختبر عبر تخمير* حجرة بالرصاص لتصبح «زئبقية».
- **المغناطيس:** يتوفر مثل الصلب على قوة جاذبة، فهو يجذب نحوه جزءاً من الروح الكونية* (سنديفوجيوس). وينسب نيوتن هذه القوة إلى نجمة ريغول الكحل*.
- **الهواء:** هو أحد العناصر الأربعة حسب أمبادوقليس؛ كما يعتبره نيوتن أيضاً مقر الطبيعة الذي تنقل بواسطته الخصائص* والتأثيرات المنبثقة من الأجسام الأخرى. وهو يتميز عن الأثير* الذي يبلغ مركز الأرض حيث تنتج كثافته* الأجسام المادية.
- **الرّوْح *Archeus*:** هو «خادم الطبيعة»؛ ويستقر بمركز الأرض ومنه يدفع البذور الروحية* (أو المني) بعد خلطها؛ وهذه البذور صادرة عن العناصر (سنديفوجيوس).

- **المركز**: يعتبر في الخيمياء بمثابة النقطة التي تتجه صوبها «أشعة» نجمة ريغول* الكحل. وهو بالمثل، يُعتبر في الميكانيكا العقلانية بمثابة «النقطة الرياضية» التي يدور حولها جسم متأثراً *بالقوة المندفعة صوب المركز* (نيوتون).
- **الصلب *chalybs***: تقابل هذه الكلمة اللاتينية في بعض اللغات الأخرى كلمات: steel بالإنجليزية وacier بالفرنسية أي الحديد الصلب، كما تستخدم الكلمة أيضاً للإشارة إلى المغناطيس* (سنديفوجيوس). يعتبر نيوت الكحل، وخصوصاً نجمة ريغول* الكحل، «نوعاً آخر من الصلب».
- **حمائم ديانا**: باعتبارها عاملاً «وسيطاً» وفعالاً، تُيسِّر الفضة الخالصة، التي يُرمز لها بـ «حمائم ديانا»، انصهار الزئبق العادي مع الكحل المعدني (نيوتن).
- **التكثف**: هذه العملية عكس التبخر*، بحيث تتحول أثناءها «الأبخرة وتتكثف لتصبح عبارة عن ماء وتتحول الأبخرة إلى مواد خشنة يصعب تكثيفها حتى النهاية» (نيوتن).
- **الماء**: هو أحد العناصر الأربعة حسب أمبادوقليس ويسقط على الأرض حاملاً لخصائص* الروح

الكونية السماوية. ويمكن أن يتحول بفعل الاختمار* المستمر إلى «أحجار وأتربة متنوعة»؛ وفي الأخير، «يمكنه أن يتخثَّر ويتحول إلى مواد معدنية إذا تواصلت العمليات مدة طويلة» (نيوتن).

- **النفحات والنفحات الأثيرية:** يبدو أن الدفْق الكهربائي أو المغناطيسي وكذلك مبادئ الجاذبية «تقيم الدليل على وجود أنواع من النفحات الأثيرية داخل الطبيعة» (نيوتن). وبالرغم من صعوبة إعطاء تعريف دقيق لهذه النفحات، فإنها تقوم مثل الخصائص* بدور أساسي داخل الخيمياء النيوتونية.
- **روح الطبيعة:** تشير إلى جوهر غير حسي (لامادي) ينتج عبر اختراقه لكل المواد، ظواهر «يستحيل حلّ أسرارها بفضل القوى الميكانيكية وحدها» (مور).
- **الروح الكونية:** تعتبر الروح الكونية حسية (ديسبانيي) مقابل روح الطبيعة اللامادية، فهي تطابق تقريباً هواء* سنديفوجيوس.
- **التبخُّر:** هذه العملية عكس التكثُّف*، حيث تنبعث أثناءها الأبخرة والروائح من السائل* بتأثير من حرارة معتدلة.
- **الاختمار:** يكشف الغليان والفوران المواكبان

للاختمار عن فعل أشد وأقوى من الفعل المتولد عن الحرارة المعتدلة. فخلال هذه العملية، يتصاعد الهواء* من السائل* «لأن كل عملية التهاب تولّد مادة هوائية تتجلى في السوائل من خلال الغليان» (نيوتن).

- **شبكة الفلاسفة**: استعمل نيوتن هذا المزيج من النحاس والكحل المتمظهر على شكل شبكة، لفصل الحيتان الكبيرة* عن الحيتان الفضية* التي تسبح ببحر الفلاسفة*.
- **الأسد الأخضر *Leo viridis***: هو رمز عدم الفساد والخلود، الذي حدّده ميخائيل مايير في البرونز وحدده نيوتن في الكحل.
- **المحلول**: سائل يشمل مادة أو عدة مواد كيميائية ذائبة.
- **بحر الفلاسفة**: هو محلول* تسبح فيه أسماك الفلاسفة* (نيوتن).
- **زئبق الفلاسفة**: يقابل الزئبق «العادي»، ويسمى أيضاً زئبق المعادن (نيوتن) الذي يتطابق مع مفهوم «زئبقنا»* المجرد.
- **زئبقنا**: هو مُكَوَّن من المُكَوِّنَيْن الأساسيْن اللذيْن

يندرجان في تركيب المعادن. أما المُكَون الآخر فهو «كبريتنا»* (جابر وجبير). وحسب نيوتن، فإن هذا المكون الذي يعتبر بمثابة مبدأ منفعل وبارد وأنثوي، يتشكّل من جزيئات متبخرة* ودقيقة.

- **كبريتنا:** هو مُكَون من المُكَوّنيْن الأساسييْن اللذين يندرجان في تركيب المعادن؛ أما المكوّن الآخر فهو «زئبقنا»* (جابر وجبير)؛ وهو مبدأ فاعل وحار وذكوري. حسب نيوتن، فإن هذا المكون يتشكل من جزيئات ثابتة* أكثر كثافة من جزيئات الزئبق.
- **الجزيئات المتبخّرة:** هي المكونات الأساسية لزئبق الفلاسفة*، بحيث «تقل كثافتها بفعل حرارة معتدلة وتتكثف بفعل البرودة». وفي أغلب الأجسام تلتئم هذه الجزيئات بفعل الجاذبية، مع الجزيئات الثابتة.
- **الجزيئات الثابتة:** هي أكثر كثافة من الجزيئات المتبخّرة وتتحوّل داخل الهواء، عندما تقلّ كثافتها بفعل الاختمار*. وفي بعض الأجسام تبدو الجاذبية التي تجمع الجزيئات الثابتة بالجزيئات المتبخرة* قوية إلى حدّ أن «الجزيئات المتبخرة لا يمكنها الانفلات من دون أن تجر معها الجزيئات الثابتة» (نيوتن).

- **حَجَرَ الفلاسفة:** حسب التقليد الخيميائي، يتم الحصول على هذا الحجر الشفاف، السائل والقابل للتمَيُّع وذي اللون الأحمر المتوهّج، خلال التكثيف* الفعال للروح الكونية*. فهي قادرة على تلوين الزجاج والأحجار الكريمة وتسمح فضلاً عن ذلك بالشفاء من كل الأمراض. وإذا ما وُضعت في باطن الكف فإن المرء يختفي عن الأنظار(بارالسيزي).
- **الأحجار الثعابين:** هي أرواح* الفتريول «الحمضية»(حمض الكبريت)ونيترات البوتاسيوم، «الموجودة داخل المُصَعِّد المُذيب» (نيوتن).
- **أسماك الفلاسفة:** هي مواد تسبح داخل بحر الفلاسفة*(نيوتن). وتتوفّر الأسماك الفضية على زئبق المعادن*، أما الأسماك الكبيرة أو الكبريتية، فتتوفر على كبريتها*؛ كما تسمح شبكة الفلاسفة* بالفصل بين هذين الصنفين من الأسماك.
- **الرّيغول المرصّع بالنجوم:** هو المفتاح الأساس ضمن الخيمياء النيوتونية؛ ويقوم ريغول الكحل المرصع بالنجوم، مثل المغناطيس*، بعملية جذب كما يتضمن بذرة روحية* حاملة لخاصية الاختمار*

المنبثقة من الهواء*. تسمح هذه الخاصية للبذرة الروحية، باعتبارها وسيطة، بتحويل الزئبق العادي* إلى زئبق «متحرك» (نيوتن) أو «مُخَصَّب» (بويل)، يعتبر أقرب إلى زئبق الفلاسفة* بالمقارنة مع الزئبق العادي.

- **ملح الأمونيوم:** إذا أضيف إلى المصعد المذيب*، فإنه يقوي خصائصه المذيبة (بويل).
- **البذور الروحية:** تصدر عن العناصر وتنزل باتجاه مركز الأرض، ليتم إرجاعها إلى الخارج بعد امتزاجها بالرَّوْح*. ويعرف هذا المزيج (الذي يشمل كل مخلوقات الطبيعة) تصعيداً عبر المرور بمسام الأرض، حيث يتخذ هيئة «مبدأ جذري رطب» داخل المعادن. وتسمح الخصائص المغناطيسية التي يتوفر عليها الصلب* للخيميائي باستخراج هذا المبدأ الجذري الرطب (الذي طابقه سنديفوجيوس بزئبق الفلاسفة*) من المعدن الذي يشتغل عليه.
- **التصعيد:** حسب نيوتن، فإن هذا التحويل للمادة الصلبة إلى بخار، من دون المرور بحالة السيولة، يصبح ممكناً بفعل وجود جزيئات داخل الأجسام، تنبعث على شكل أبخرة أو روائح بتأثير نار هادئة.

ويتوفر المصَّعد المُذيب* على هذه الخاصية في الحالة العادية.

- **المُصَعِّد المُذيب**: (كلورور الزئبق). يعتبر هذا المُصَعِّد الذي يتم الحصول عليه بسهولة في الحالة العادية، «مُذيباً» بسبب قابليته «لإحداث التآكل» بالمعادن، أي لإتلاف سطحها عبر «نَخْرها» من الداخل، مما يؤدي إلى «فتحها».
- **الخصائص**: من الألفاظ التي يستعملها نيوتن للإشارة إلى العوامل التي تعتمدها جزيئات المادة، للتأثير «عن بعد» في بعضها بعضاً، أو في أشعة الضوء.
- **الزئبق**: هو الزئبق «العادي» أو «المشترك» (المستعمل في البارومتر الزئبقي). ويعتبره نيوتن مصدراً ممكناً لزئبق الفلاسفة*، على اعتبار أن أنواع الزئبق المستخرجة من المعادن، بعيدة عن هذا الأخير، نظراً «للأوساخ» التي تتضمنها.
- **أزهار البنفسج الأرجوانية**: يشبِّه نيوتن «صيد» الأسماك الكبيرة* في بحْر الفلاسفة* «بقطف أزهار البنفسج الأرجوانية»؛ وفي ذلك إحالة على المجاز الباطني الذي استخدمه الخيميائي جان ديسبانيي في القاعدة 53. فهل تَمَكَّن نيوتن عبر «التصعيد» المتكرر، من

إحداث «الجنين الكبريتي» ذي اللون الأرجواني و«مجهول الكيمياء» الذي يُعتبر عنصراً أساسياً ضمن عناصر حجر الفلاسفة*، حسب الخيميائيين؟

يشير الجدول التالي إلى التقابلات الحاصلة بين الرموز الخيميائية والمعادن والأجرام السماوية.

الجرم السماوي	المعدن	الرموز
القمر	الفضة	☽
عطارد	الزئبق	☿
الزهرة	النحاس	♀
الشمس	الذهب	☉
المريخ	الحديد	♂
المشتري	القصدير	♃
زحل	الرصاص	♄

ثبت بالمراجع

حياة وفكر نيوتن

WESTFALL, R., *Never at Rest. A Biography of Isaac Newton*, Cambridge University Press, Cambridge,1980 , traduction française *Newton, 1642-1727*,
Flammarion, coll. «Figures de la science», Paris, 1994.

تنبني هذه السيرة بشكل غريب على مبدأ إلغاء الحديث عن الخيمياء واللاهوت في حياة نيوتن. لكنها سيرة غنية بالمعلومات التي لا غنى لنا عنها عن حياة نيوتن بوولسثروب وكامبريدج ولندن.

WHITE, M., *Isaac Newton, The Last Sorcerer*, Fourth Estate, Londres, 1997. Également remarquable, cet ouvrage – qui n'est malheureusement pas encore traduit en français – prend en compte le rôle de l'alchimie dans l'évolution de la pensée de Newton.

TEETER DOBBS, B. J., *The Foundations of Newton's Alchemy*, Cambridge University Press, Cambridge,1975 , traduction française

Les Fondements de l'Alchimie de Newton, Guy Trédaniel, Editions de la Maisnie, Paris, 1981.

تظل هذه الدراسة إلى يومنا هذا المصنف المرجعي الكلاسيكي المتعلق بخيمياء نيوتن.

VERLET, L., *La Malle de Newton*, Gallimard, coll. «Bibliothèque des sciences humaines», Paris, 1993.

يتطرق المؤلف بالأخص بالصراع المتعلق بعلم البصريات، الذي واجه فيه نيوتن العلماء اليسوعيين في القارة الأوروبية.

BLAY, M., *Les Principia de Newton*, Presses Universitaires de France, coll. «Philosophies», Paris, 1995.

كتاب يسلط الضوء بشكل ساطع على بعض مناحي أعمال نيوتون ومؤلفاته.

أعمال نيوتن :

Philosophiae Naturalis Principia Mathematica, troisième édition, Londres,1726 , traduction du latin par la Marquise du Châtelet et Alexis-Claude Clairaut sous le titre *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, 1759, réimpression J. Gabay, 1990. *Opticks, or a Treatise of*

the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light, quatrième édition, Londres, 1730,
traduit de l'anglais par Jean-Paul Marat sous le titre *Optique*, 1787, réimpression Christian Bourgois éditeur, coll. «Epistémè classique», Paris, 1989. *De la gravitation* suivi de *Du mouvement des corps*, Gallimard, coll. «Tel», Paris, 1995. Cet ouvrage contient le texte latin du *De Motu Corporum in Gyrum* accompagné d'une traduction et de commentaires fort pertinents rédigés par François De Gandt. *Newton, Ecrits sur la religion*, Gallimard, coll. «Tel»,
Paris, 1996, présente une sélection de textes théologiques de Newton traduits et commentés.

أعمال مرتبطة مباشرة بمضامين هذا الكتاب

Alchimie, art, histoire et mythes, actes du premier colloque international de la Société d'Etude de l'Histoire de l'Alchimie, Paris, Collège de France,1991 , publiés sous la direction de D. Kahn et S. Matton, S. E. H. A., Paris et ARCHE, Milan, 1995.

ARISTOTE, *De la génération et de la corruption*, Librairie philosophique J. Vrin, coll. «Bibliothèque des textes philosophiques», Paris, 1989, réimpression 1998.

BRASSINNE, E., *Précis des oeuvres mathématiques de Pierre Fermat*, 1853, réimpression J. Gabay, Paris, 1989.

DUGAS, P., *Histoire de la mécanique*, 1950, réimpression J. Gabay, Paris, 1996.

DUHEM, P., *Essai sur la Notion de Théorie physique*,1908 , réimpression Librairie philosophique J. Vrin, Paris, 1994.

POGGENDORFF, J. C., *Histoire de la physique*, 1883, réimpression J. Gabay, Paris, 1993.

TANNERY, P., *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, 1893, réimpression J. Gabay, 1995.

AUFFRAY, J. -P., Newton, in *Dictionary of Gnosis & Western Esotericism*, University of Amsterdam, Brill

مكتبة الرمحي أحمد
telegram @ktabpdf

نبذة عن المؤلف:

جان بول أوفري باحث فرنسي. تلقى تكويناً علمياً في مجالي الرياضيات والفيزياء بعدة جامعات أمريكية من أبرزها جامعة كولومبيا بنيويورك. كما شارك في أبحاث تهم قضايا الرياضيات إلى جانب علماء رياضيين كبار من جامعة غوتنغن، هاجروا إلى الولايات المتحدة الأمريكية خلال الحرب العالمية الثانية.

يعرف عن هذا الباحث أيضاً اهتمامه بالموسيقى والتاريخ والفلسفة؛ وقد أصدر عدة مؤلفات تهم تاريخ العلوم وأيضاً مسار بعض العلماء؛ نذكر من بينها: «أينشتاين وبوانكاري» (1999)؛ و«عالم البكتيريات» (2000)؛ و«إيكار المخذول» (2011).

نبذة عن المترجم:

عزالدين الخطابي من مواليد فاس بالمملكة المغربية سنة 1952. تلقى تكوينا فلسفيا وسوسيولوجيا. وهو حائز على الدكتوراة في الاثنولوجيا من جامعة نيس بفرنسا. يعمل أستاذا باحثا بجامعة المولى إسماعيل بمكناس.

أصدر العديد من المؤلفات في مجالات التربية والفلسفة وعلم الاجتماع. وترجم عدة مؤلفات لمفكرين وفلاسفة غربيين أمثال: جاك دريدا وجيل دولوز ويورغن هابرماس وايمانويل لفيناس وغيرهم.

نيوتن
أو انتصار الخيمياء

تكمن قيمة هذا الكتاب في طريقته التركيبية المتميزة التي سمحت بالتعامل مع معارف متنوعة وصهرها في بوتقة واحدة، من أجل إعطاء صورة متكاملة عن أحد كبار العلماء في تاريخ الإنسانية. يتعلق الأمر بمعارف خيميائية وفيزيائية ورياضية وفلكية ودينية أيضاً. سعى مؤلف الكتاب أن يحدّد الخيط الناظم بينها، من أجل فهم مسار هذا العالم الإنجليزي. والملاحظ أن جان بول أوفري اقترح قراءة شاملة لمنجزات نيوتن الذي لم يتخلّ أبداً عن انشغالاته الخيميائية، بالرغم من معالجته لقضايا علمية دقيقة، مثل حساب التفاضل (في الرياضيات) ومسألة الثقالة أو الجاذبية (في علم الفلك)، وقضايا الحركة وانتشار الضوء، وعلاقة الأجسام في ما بينها (في مجال الفيزياء)؛ هذا من دون أن ننسى مواقفه الفلسفية، سواء في إطار الجمعية الملكية أو بوصفه أستاذ كرسي لوكامبريدج.

السعر 65 درهماً

789948 175568

هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة
ABU DHABI TOURISM & CULTURE AUTHORITY

كلمة
KALIMA