النهضةُ والإصلاَح العلمي

صراعُ القدِيم والجديد في فكرِ كوبرنِيك

ينظر عادة إلى سنة 1543، على أنها السنة التي نشأ فيها العلم الحديث، إذ فيها نشر كتاب[1] هام قلب نظرتنا للطبيعة والكون، وهو من تأليف رجل دين يدعى نيقولا كورنيكوس (Copernicus Nicolas) (1453-1473) يتمثل ذلك في أنه جاء بنظام فلكي جديد يتناقض وما كان شائعا من آراء فيزيائية وفلكية[2] لذا اعتبرت سنة ظهور كتابه بداية للعلم الحديث. وقبل الشروع في مناقشة هذه المسألة، نود التنبيه إلى أن الثورة الكوبرنيكية، لا تمثل حدثا فريدا منعزلا قائم الذات، بل هي حدث مركب ومتعدد الوجوه والجوانب. حقا أن نواته هي التحول الذي أصاب علم الفلك الرياضي، لكنه تحول كان له صدى في المستويين الفلسفي والديني[3] كما تلقى بدوره أثر هذين المستويين عليه، مما جعله، كتحول، يدور داخل حدود معينة صعب عليه تكسير طوقها.

وفي هذا الصدد، لابد من التذكير بأن الثورة الكوبرنيكية كان عليها أن تتخذ في جانبها العلمي مظهرين مرتبطين: ثورة في علم الفلك، وقد أنجزها (كوبرنيك) نفسه فعليا، وأخرى في الفيزياء، لم ينجزها، أو بقيت بمثابة ما هو مسكوت عنه في تصوره العلمي الجديد، أو غير مرغوب فيه ذلك أن تخلي (كوبرنيك) عن مفهوم الأرض الثابتة وسط الكون، أدى

---

1 وقد ترجم إلى الفرنسية بعنوان: *Des révolutions des orbes célestes*. Paris.1934 على يد أ.كويري

2 B. Cohen, *Les origines de la Physique moderne*, De Copernic à Newton, Paris Payot, 1962, Préface.

3 Th. Kuhn, *La révolution copernicienne*, Tard. De L angl. A. Hayli, Paris, Fayard, 1973, Préface.

إلى ضرورة التخلي عن الفيزياء الأرسطية وآرائها خصوصا في الحركة وإذا كانت الأوساط الدينية والعلمية والفلسفية قد رحبت بالتخلي عن مفهوم الأرض الثابتة وسط الكون معتقدة – ومعها كوبرنيك – أن ذلك هو مفتاح المشاكل التي يتخبط فيها العلم القديم، فإنها ستقف موقف العداء والرفض من النتائج الفيزيائية التي ترتبت عن ذلك وهو ما تجلى في الإضطهاد الذي تعرض له غاليليو (1564-1642)، وغيره من فيزيائيي وفلكيي القرنين السادس عشر والسابع عشر، لأنهم حاولوا التصريح بما «تعمد» كوبرنيك أن يبقيه مسكوتا عنه، لا تطاله يد التجديد: إنه الفيزياء الأرسطية. لكن لما كان ثمة تلازم بين الفيزياء والكسمولوجيا الأرسطية فإن كل تجديد تتعرض له هذه الأخيرة لابد أن يشمل بصورة آلية وحتمية الأولى. لكن ما طبع مواقف (كوبرنيك)، هو أنها مواقف كبتت مضاعفات الثورة الفلكية على المستوى الفيزيائي.

لقد اهتم أرسطو بالمشاكل التي طرحت على الفكر اليوناني في بداياته الأولى مع الطبيعيين، وهي: ما أساس المادة ومكوناتها، وما نظام العالم؟ وقد شكل الجواب عن السؤال الأول فيزياءه، وشكل الجواب عن السؤال الثاني نظامه الفلكي والكوني.

فيما يتعلق بالفيزياء تلعب نظرية العناصر دورا مركزيا فيها. فقد بقي أرسطو وفيا للنظرية الأنباذوقلية للعناصر الأربعة: التراب، الماء، الهواء، النار؛ لكنه في نظريته لبنية العالم المحسوس، سلك طريقا مخالفا فهو لم يعتبر العناصر أجساما أولى قائمة بذاتها، بل اعتبرها مجرد مظاهر لشيء آخر لجوهر واحد هو المادة الأولى، تنتقل من شكل لآخر حسب الكيفيات التي تصيبها؛ وتلك المظاهر توجد بالقوة داخل المادة الأولى، ثم تخرج إلى الفعل بتأثير أربع كيفيات أساسية: البرودة، والسخونة، واليبوسة، والرطوبة. هذه الكيفيات لا نصادفها مفترقة، بل مقترنة اثنتين اثنتين، باستثناء اقتران البرودة والسخونة أو اليبوسة والرطوبة، لأنهما متضادتان لا يمكن التقاؤهما. حينما تتعرض المادة الأولى لليبوسة والبرودة، تتحول إلى تراب؛ وعندما تتعرض للبرودة والرطوبة، تصير ماء؛ وحينما تلتقي السخونة والرطوبة، تغدو المادة الأولى هواء؛ وحينما تتعرض تلك المادة للسخونة واليبوسة، تصبح نارا[4].

بجانب العناصر الأربعة الآنفة، تحدث أرسطو عن عنصر خامس سماه (الأثير) من صفاته أنه غير قابل للكون وللفساد، أي خالد، منه تتكون الأجرام السماوية. وينتج عن ذلك

4. A. Koyré, *La révolution astronomique*, Paris, Herman (1961) 1973; P-H Michel et P. Iuis Aristose et *son école, in, Histoire générale des sciences* sous la direction de R. Taton, P.U.F., 1966.

5. *Histoire de la science* sous la direction de M. Dumas, Paris, Gallimard, 1957, P. 234.

أن العالم السماوي يتكون من مادة مخالفة لتلك التي يتكون منها العالم الأرضي، أو عالم ما تحت القمر، وهذا ما يجعل حركات كل منهما مخالفة لحركات الآخر[5]. الحركات الطبيعية لكل منهما محددة من طرف المادة المكونة له إذ بينما نجد حركات العالم السماوي دائرية ومنتظمة وخالدة، تبقى الحركة في عالم مات تحت القمر حركة تتجه من أعلى إلى أسفل، أو من أسفل إلى أعلى، لأن العالم الأرضي به (أمكنة طبيعية)، كل عنصر يشتاق إلى مكانه منها، حسب ثقله وخفته.

ويختلف الكون الأرسطي في خطوطه العامة عن الكون الفيثاغوري والأفلاطوني. الأرض توجد في مركزه، وحولها توجد طبقات الماء والهواء والنار، ولكل عنصر مكانه الخاص به. مجموع هذه الطبقات يكون عالم ما تحت القمر، وراءها ثمة عالم الأثير غير القابل للكون وللفساد، والكرات السماوية. والفلك الأدنى هو كرة القمر، أما الفلك الأقصى فهو فلك النجوم الثوابت؛ جميعها تدور حول الأرض التي لا تتحرك.

الكون الأرسطي وحيد ومحدود لا يوجد سواه، ولا وجود لعوالم متعددة خارجه؛ حتى الخلاء غير موجود، لأن السماء الأخيرة حد مطلق لا شيء وراءها. ويعتقد أرسطو أن الكون بكامله يوجد داخل فلك النجوم المملوء بالمادة فلا وجود لفراغات أو ثقوب. وخارج فلك النجوم، لا وجود لمادة أو مكان فهذان الأخيران في المنظور العلمي الأرسطي مترابطان[6]، ويمثلان وجهين لظاهرة واحدة[7].

وكمثال على الترابط العضوي بين الفيزياء والفلك الأرسطيين، نشير إلى أن رأي أرسطو في الحركة، يقوم على الاعتقاد بأنه في غياب دفعات آتية من السماء تبقى العناصر الأرضية ساكنة في أماكنها الطبيعية ما لم تخرجها حركة عنيفة ما عن سكونها، الأرض نفسها ثابتة في مركزها وسط الكون، ومن المستحيل تصورها متحركة، لأن كل الأجسام في عالم ما تحت القمر تتجه نحو مركز الكون الذي هو مكانها الطبيعي، والأرض توجد حيث يوجد محلها الطبيعي، فلا شيء إذن يدعوها أن تتحرك، لأن ما تشتاق إليه كل الأجسام في عالم ما تحت القمر متحقق بالنسبة للأرض[8]. هكذا نرى أن الملاحظات الفيزيائية تنعكس على ميدان

6 Th. Kuh,*Op.Cit.*Chap.3.p.90

7 *Aristote, du Ciel*, Tard P. Moreaux. Les Belles lettres (179-6-17)

5 أرسطو، في السماء والآثار العلوية. الترجمة العربية ليحيى بن البطريق، تحقيق عبد الرحمن بدوي، القاهرة. 1961 (ص 191 192)

8 المصدر نفسه، ص 296 297

الكسمولوجيا، والعكس كذلك صحيح.

ذكرنا أن الكون الأرسطي ممتلئ لا مكان للفراغ فيه، فهو حسب التعبير القديم Plenum ، يستحيل تصور فراغ فيه كاستحالة وجود دائرة مربعة الشكل. وتلعب فكرة الامتلاء دورا هاما في العلم الأرسطي، إذ عليها يعتمد هذا الأخير في إثبات العطالة، (أي كون الجسم يبقى ساكنا ما لم يتعرض لتأثير خارجي يخرجه من سكونه)، وإن الأجسام تميل بطبعها إلى مكانها الأصلي الطبيعي لتسكن فيه. فالأجسام المادية نتيجة لعطالتها الطبيعية غير قادرة على أن تخرج عن سكونها تلقائيا، لأن كل حركة تقتضي محركا، ولما كانت العطالة لا تصدق على الحركة، بل على السكون وحده، فإن الحركة لن تستمر إلا إذا كان ثمة محرك فعله مستمر؛ وفي غياب مثل هذا الفعل، لا إمكان لوجود حركة مستمرة بل يعتقد أرسطو أن ثمة ضرورات علمية تحتم على الحركة في عالم ما تحت القمر أن تكون متناهية وعابرة منها. إن امتلاء الكون نفسه وكونه لا يعرف خلاء، يشكل عائقا أمام أية حركة نتصورها مستمرة، فالأجسام المتحركة في عالم ما تحت القمر تلقى مقاومة من طرف الوسط الذي تتحرك فيه[9].

إن القول بمركز للكون تحتله الأرض يقتضي أن يكون الكون متناهيا، إذ لا يعقل وجود مركز أو وسط إلا في مجال محدود ومتناه أما اللامحدود واللامتناهي فلا مركز له، لأن المركز كما يعرفه المهندسون هو النقطة التي تبعد بعدا متساويا عما يحيط بها، والكون اللامتناهي لا يحيطه شيء فلا يمكن أن يكون له مركز.

تميز الكسمولوجيا الأرسطية، كما لاحظنا، تمييز قاطعا بين عالمين، عالم ما فوق القمر، وعالم ما تحت القمر، كل منهما يتركب من مادة مخالفة لمادة الآخر، الأول عالم الكمال والأزلية، والثاني عالم الكون والفساد، مرتبة الأول أشرف من مرتبة الثاني، لذا فهو يدبر كل ما يطرأ في عالم ما تحت القمر، وكل ظواهر العالم الأرضي مسببة بحركات الأفلاك السماوية، ومحكومة بسلسلة من الدوافع الناتجة عن الحركات المنتظمة للأفلاك السماوية. لذا، كان بالإمكان التنبؤ بما سيحدث في عالم ما تحت القمر بمعرفة تلك الحركات والتعمق في عظمة السماء وجلالها.

9. P.H. Michel et P. Luis, *Aristote et son école*, in, *Histoire générale des sciences* G. Jorland, *La science dans la philosophie*, Paris, Gallimard, p.162-165.

تعديلَات بطليمُوس (168-90 م) على أَرسطُو

لم تأت تجديدات النهضة لتجعل من عصر هذه الأخيرة قطيعة مع ما قبله بل جاءت لتتوج سلسلة من الهزائم وألوان الفشل عرفها العلم الأرسطي منذ نشأته ومنذ مرحلته الثانية مع بطليموس Claude Ptolémée صاحب كتاب «المجسطي» والذي يعد أول كتاب تضمن اقتراحات إصلاحية نقدية لكنها لا تخرج عن إطار الأرسطية.

كان أرسطو آخر ممثل للمرحلة الهيلينية من الفكر اليوناني في الفلسفة والعلم، سادت أفكاره قرابة عشرين قرنا من الزمن، دون أن يعني ذلك أنها لم تتعرض لإضافات وانتقادات وتنقيحات. فبعد حملات (الإسكندر المقدوني) وانتشار الفكر الفلسفي اليوناني بالمشرق، خصوصا الإسكندرية، عرف هذا الفكر انتعاشا جديدا، كما عرفت الأرسطية إضافات، وتعديلات، وشروحا جديدة، أهمها تلك التي وضعها (بطليموس) قمة علم الفلك القديم.

وقبل الانتقال إلى الحديث عن تجديدات بطليموس وإصلاحاته، أو عن إصلاحات ما قبل النهضة، لابد من الإدلاء بالملاحظات التالية:

1. من سمات المرحلة العلمية الهيلينية، أنها مرحلة كيفية تهتم أكثر ما تهتم بتقديم أوصاف للأشياء، وإبراز خصائصها الكيفية.

2. أما المرحلة الهيلينسية في العلم، فقد كانت أقل ارتباطا بالفلسفة، أعطى العلم فيها أهمية أكبر للرياضيات، وللتعبير العددي الكمي. فالفلكيون الهيلنسيتون الذين ظهر كبارهم بعد قرنين من وفاة أرسطو، أصبحوا يقيسون ويصنفون النجوم ويولون عناية كبرى لضبط المواقيت والمواقع الفلكية، وهو أمر لم نعثر عليه لدى أرسطو، الذي كانت تهمه نسقية أفكاره وتماسكها الفلسفي، وانسجام جانبها الفيزيائي مع جانبها الكوسمولوجي.

تعامل العلماء الهيلنسيتون – بمن فيهم بطليموس –إذاً، مع المشاكل الفلكية التي طرحها أرسطو تعاملا رياضيا بالأساس وقد تجلى ذلك في محاولة ترميم وإصلاح الفلك الأرسطي قصد التغلب على عدم الضبط الحسابي الذي يطبعه، مما أدى إلى ظهور نوع من الفصل والتمييز بين علم الفلك كأداة رياضية حسابية، والنظرة الفلسفية للكون أو الكوسمولوجيا. وقد كان ذلك التمييز سابقة التغلب على عدم الضبط الحسابي الذي يطبعه، مما أدى إلى ظهور نوع من الفصل والتمييز بين علم الفلك كأداة رياضية حسابية،

والنظرة الفلسفية للكون أو الكوسمولوجيا. وقد كان ذلك التمييز سابقة هامة مهدت الطريق أمام العلماء الأوروبيين في العصر الوسيط، وأمام العرب كي يدخلوا تنقيحات وإصلاحات على الفلك الأرسطي، تمخضت مع (كوبرنيك) عن انقلاب لم يكن هو نفسه يتوقع نتائجه الخطيرة.

عاش بطليموس في ظل الأمبراطورية الرومانية التي بسطت هيمنتها على العالم القديم، بما في ذلك مصر لكن المقومات الثقافية لهذا العالم، كانت لا تزال إغريقية في أكثرها، ممتزجة ببعض الثقافات المحلية، أي هيلنستية. وقد أشرنا إلى أن العلم الهلنستي علم اتسم بجعل الفلك فرعا رياضيا صرفا وهذا بالفعل ما قام به بطليموس الذي ألف كتابا سماه (المجموع الرياضي الأكبر) وهو كتاب باليونانية اسمه الأصلي بها هو: Magisté Syntaxis والعرب احتفظوا من هذا الاسم الأصلي بكلمة (الأكبر) أي المجسطي، وأصبحت تطلق على الكتاب ككل[10].

يقوم نظام بطليموس على نظام أرسطو مع محاولة ترميمه وجعله أكثر مرونة وانطباقا على الوقائع. لذا أدت كثرة الإضافات التي أدخلها بطليموس على نظام أرسطو إلى أن اتسم هذا الأخير بتعقيد بالغ. تصور أرسطو انطلاقا من قوله بأن الأرض توجد في مركز الكون، أن المدارات التي ترسمها الكواكب حولها، دائرية منتظمة لا توقف فيها، أو خلل، أو تراجع. وقد وقع اختيار أرسطو على تشبيه المدارات الفلكية بالدوائر، لأن الدائرة في نظره أكمل الأشكال الهندسية. غير أن هذا الاعتقاد الفلسفي بدا فيما بعد غير كاف في تصوير الوقائع بدقة. فعلاوة على ظاهرة (التوقفات) وحتى (التراجعات) التي لاحظها الفلكيون على سلوك الأجرام، لوحظ أيضا أن الكواكب في دورانها حول الأرض، لا تسير بسرعة ثابتة ومنتظمة وهذا يعني أن الأرض لا توجد في مركز الكون بالضبط، وإلا لم تبد بعض الكواكب – والشمس واحد منها – أحيانا قريبة جدا من الأرض، وأحيانا أخرى بعيدة؟ لكن ما هو أدهى أن الكوكب في دورانه (حول الأرض) يبدو أحيانا متوقفا وأحيانا أخرى وكأنه يتراجع ويسير في عكس اتجاه مداره ومن أجل جعل الحركة بكاملها مطابقة للملاحظة، اقترح (بطليموس) دوائر الإسناد وأفلاك التدوير، والمقصود بذلك أن الكوكب في اعتقاده يبدو لنا متوقفا عن الحركة أو متراجعا،

10 جورج سارتون، العلم القديم والمدنية الحديثة، ترجمة عبد الحميد صبره، القاهرة، 1960، (صص.96-97).

لأنه في دورانه حول الأرض يقطع مدارا دائريا كبيرا هو دائرة الإسناد Cercle de déférent أو Référence لكنه لا يقطعه بحركة مستقيمة متواصلة بل بحركة لولبية، راسما بذلك دوائر صغرى متصلة الحلقات تلتقي بدايتها بنهايتها، مكونة، في مجموعها دائرة الإسناد أو المدار الفلكي: هذه الدوائر الصغرى أطلق عليها اسم أفلاك التدوير Epicycles.

غير أن بطليموس لم يصرح بشيء يذكر في مؤلفاته حول معرفة ما إذا كانت دوائر الإسناد وأفلاك التدوير توجد وجودا واقعيا في السماء. لكن الراجح أن نظامه لم يكن يمثل في عينه سوى نموذج رياضي للكون، وليس وصفا حقيقيا له، نموذج يسمح (بإنقاذ الظواهر) وتقديم معادلات تتيح توقع نتائج التجربة. وقد اعتمد بطليموس هذه النظرية بغية اجتناب نقائص الفلك الأرسطي، مما أعطى لنظامه سمة جعلته يبدو بالغ التعقيد والتشابك إلى حد أن كثيرا من المثقفين شكوا في كون هذا النظام ذي الدوائر العديدة، والمتداخلة، يعكس حقيقة ما يجري في السماء. ويحكي أن ألفونص العاشر ملك قشتالة في إسبانية، وكان على إطلاع واسع بعلم عصره حتى لقب بألفونص الحكيم، شك في القرن الثالث عشر في صلاحية نظام بطليموس وقال متهكما:«لو أن الباري تعالى استشارني قبل أن يشرع في خلق العالم لأشرت عليه بنظام فلكي أكثر بساطة».

ما مصدر تعقد نظام بطليموس؟ إن مصدره أساسا كون المنحنيات التي تمثل الحركة الظاهرة للكواكب تأليفات مركبة من دوائر ولو كان في المستطاع التعبير عن المنحى الهندسي بمعادلة جبرية، لكان النظام الفلكي أبسط وأيسر، لكن ما تجدر الإشارة إليه هو أنه في عصر بطليموس، وبعده بأربعة عشر قرنا لم تظهر بعد الهندسة التحليلية التي تعبر عن الأشكال بالرموز. يضاف إلى ذلك أن التقليد السائد والمنحدر من أرسطو وأفلاطون، كان يقول بأن حركة الأجرام السماوية يجب أن تفسر بحركاتها الطبيعية، (أي الدائرية)، لأن تلك الأجرام أزلية لا بداية لحركتها ولا نهاية. منضافة إليها الضرورات العلمية المتمثلة في مستوى العلم الرياضي نفسه، هي التي جعلت النظام البطليموسي يبدو نظاما مغرقا في التعقيد لكنه تعقيد لم يكن يذهب بالعلماء إلى حد النفور منه، بل كان يلقى منهم الترحيب الكامل لأنه كان مدعما من طرف فلسفة وفيزياء سائدة، فلسفة وفيزياء أرسطو المعلم الاول[11].

11. B. Cohen, *Les origines de la physique moderne*, pp.36-42.

إسهامُ النقدِ السكولاَئي للعلم القديم في الإصلاح العِلمي

لم يقض ذلك على كلَ حس نقدي، فرغم أن مفكري العصر الوسيط عاملوا أرسطو وبطليموس كممثلين لحكمة واحدة، هي الحكمة القديمة، إلا أنهم أدركوا بعين الناقد مدى الاختلافات القائمة بينهما خصوصا التعارض الواضح بين الأفلاك في نظرية أرسطو الكونية، ودوائر الإسناد وأفلاك التدوير التي أضافها بطليموس قصد التغلب على عدم مطابقة الملاحظات الفلكية أحيانا للفلك الأرسطي.

وإذا كان الاتجاه السائد حاليا والطاغي على مؤرخي العلم والفلسفة هو الذهاب إلى أن العصر الوسيط كان عصر جمود وظلام كان المفكرون فيه يتلقون دون ابتكار أو نقد، فإن الدراسات الجديدة حول العصر الوسيط أصبحت تؤكد العكس. لقد كان العصر الوسيط عصرا ساخنا من الناحية الفكرية، وإن كانت القوة الفكرية المهيمنة فيه هي الكنيسة [12] يتجلى لنا هذا في كون مفكريه لم يقفوا موقفا سلبيا من العلم القديم الأرسطي والبطليموسي، بل أدخلوا عليه تنقيحات ساعد تراكمها على ظهور العلم الحديث.

فخلال العصر الوسيط كله، وقسم كبير من عصر النهضة، مثلت الكنيسة السلطة الفكرية المهيمنة على كل أوروبا، وعلماء أوروبا في العصر الوسيط، كانوا رجال دين كما أن الجامعات التي كان يدرس بها العلم القديم كانت تابعة للكنيسة. غير أن طيلة الفترة الفاصلة بين ظهور الكنيسة (أي القرن الرابع الميلادي) وفترة ازدهار العلم الحديث (أي القرن السابع عشر)، لم يكن للكنيسة موقف واحد من العلم الأرسطي البطليموسي، فحتى حدود القرن العاشر وقفت موقفا معاديا منه، وطيلة السبعة قرون الفاصلة بين ذلك القرن وظهور غاليليو، وقفت موقفا منفتحا إنما في إطار الكنيسة وتحت وصايتها. وكوبرنيك نفسه، في القرن السادس عشر، يندرج في إطار ذلك التقليد: رجل دين يريد إصلاح العلم الأرسطي البطليموسي.

حتى حدود القرن العاشر الميلادي، حارب آباء الكنيسة كل معرفة دنيوية معتقدين أن العلم يتعارض والنصوص الدينية؛ وموقف القديس أوغسطين نموذج لذلك. أما بعد القرن العاشر، فقد أصبح الكون الأرسطي والبطليموسي عقيدة شبه رسمية للكنيسة إلى حد أن القديس طوماس الأكويني يتحدث عن التصور المسيحي للعالم بألفاظ أرسطية. لكن آباء

12. انظر على سبيل المثال لا الحصر:

Le Goff, *La Civilisation de l occident médiéval*, Paris, 1982.
E. Gilson, *L Esprit de la philosophie médiévale*, Paris, 1948.

الكنيسة تعاملوا مع ذلك، تعاملا انتقائيا مع أرسطو، فقد كانوا مثلا مضطرين إلى التخلي عن الدليل الأرسطي على الاستحالة المطلقة لوجود الفراغ، لأن في ذلك حدا لقدرة الله الواسعة واللامتناهية؛ وإلى التخلي عن فكرته حول قدم العالم، إذ جاء في الكتاب المقدس «**سفر التكوين**» :«في البدء خلق الله السموات والأرض»، دون أن يتخلوا كلية عن أرسطو، إذ بقي المنطلق الثابت للبحث السكولائي [13].

ومن أبرز من اهتم من السكولائيين بشرح ونقد أرسطو، التيار الإسمي، أي الاتجاه الذي كان يرى أن الأفكار المجردة تستقي جميعا من التجربة، أمثال : (نيقولا دوريسم) (N.D'oresme) عضو أكبر مدرسة اسمية في باريس، الذي وضع في القرن الرابع عشر شروحا لكتب أرسطو العلمية، وانتقادات لبعض أفكاره، خصوصا قدم المادة، ووحدانية الكون الذي نعيش فيه، وتناهيه. يناقش أوريسم حجج أرسطو في هذا الصدد، لا ليؤكد وجود أكوان متعددة بل ليثبت فقط أن الدلائل التي يقدمها العالم آنذاك عاجزة عن أن تكون براهين يقينية على وحدانية الكون، فمن أدرانا بوجود أكوان أخرى لا تدركها أبصارنا. يناقش حجج أرسطو أيضا حول ثبات الأرض إذ المعروف أن هذا الأخير يتصدى في كتاب «**السماء**» لمناقشة الفلاسفة اليونان السابقين على سقراط الذين قالوا بحركتها أمثال (هيرقليط) والفيثاغوريين، فهؤلاء قالوا بأن الأرض تدور حول نفسها. أوريسم لا يوافقهم في رأيهم إلا أنه يبين مع ذلك أن حجج (أرسطو) ضدهم ليست يقينية؛ ومسألة الاعتقاد أو عدمه بقضية دوران الأرض أو تعدد الأكوان، لا يمكن الحسم فيها بأي دليل منطقي أو فيزيائي علمي، بل هي مسألة إيمان وقناعة. ويرى (تومس كون) أن دفاع غاليليو في كتابه «**الحوار**»[14] عن النظام الكوبرنيكي، مليء بالحجج التي هي من نوع حجج (أوريسم) ويرجح أن يكون (غاليليو) صاغها استلهاما من السكولائيين السابقين لكوبرنيك، وعلى الخصوص (أوريسم).

وتجدر الإشارة إلى أن النقد السكولائي للعلم القديم، الأرسطي والبطلميوسي، لم ينحصر في مجرد امتحان البراهين الأرسطية وإبراز ما خلفها أحيانا، أو تعويضها حتى ببراهين ونظريات أخرى، بل تعدى ذلك. فالسكولائيون — لاسيما التابعون للمدرسة الاسمية بباريس — أدخلوا تحويلات جديدة على التقليد العلمي الأرسطي خصوصا في دراسة الحركة

13. Th. Kuhn, *Op.cit.*, p.132

14 جاليلو جاليلي، حوار حول النظامين الرئيسين للكون، ترجمة محمد أسعد عبد الرؤوف، القاهرة، 1992، ج 3، ص 103.

وظاهرة سقوط الأجسام. وهذا ما يعرف باسم نظرية الاندفاع L'impetus ..

كان أرسطو يعتقد أن حجرا ما إذا لم تحركه قوة خارجية ما، إما يبقى ساكنا أو يتحرك في اتجاه مستقيم نحو مركز الأرض. كان هذا تفسيرا طبيعيا لعدد كبير من الظواهر لكنه بدا فيما بعد تفسيرا لا يصلح لشرح عدد من الظواهر مثل : المسار الحقيقي للقذيقة، فالحجر عندما يغادر اليد التي قذفته، أو يغادر المنجنيق لا يعود إلى الأرض ليسقط عليها بكيفية عمودية، بل يستمر في حركته في اتجاه النقطة التي ألقي نحوها في البداية حتى بعد أن ينقطع ارتباطه باليد التي قذفت به، أو الآلة التي دفعته. وقد انتبه أرسطو إلى هذه المسألة، وعمل على استدراكها مفترضا أن ما يطيل حركة الجسم المقذوف، بعد أن ينفصل عن اليد القاذفة، أو آلة القذف هو أن الهواء المضطرب هو الذي يزيد الجسم دفعة. وقد كان أرسطو على يقين تام بعد وجاهة هذا التفسير لكنه كان يوجد لنفسه الأعذار بالقول بأن هذه المسألة هامشية.

لكن ضعف هذا العذر، وعدم صحة التفسير المقدم، طرحا عدة مشاكل على علماء مدرسة باريس في القرن الرابع عشر، ذلك أن فكرة ممارسة الهواء للدفع، لم تقنع أحدا، كما أن التجارب التي تمت في هذا المضمار، أثبتت خطأها فقد أكد (جان بيريدان) (Jean Buridan) أن الهواء الذي تتحرك فيه باخرة محملة بالتبن لا يجعل أجزاء هذا الأخير تتطاير وتسير في اتجاه السفينة، بل في الاتجاه المعاكس أي أن الهواء يقاوم الأجسام المتحركة فيه ولا يمارس عليها دفعا. في نظره، إن اليد أو الآلة التي تقذف بحجر أو جسم ما، تنشر فيه اندفاعا Impetus أو قوة محركة في الاتجاه الذي يقذف إليه، وهذا الاندفاع أصل استمرار الحجر في التحرك رغم انفصاله عن اليد التي قذفته؛ إلا أن مقاومة الهواء له، ووزنه، يجذبانه إلى الاتجاه المعاكس الذي يجره الاندفاع إليه، مما يجعل الاندفاع يتناقص بالتدريج إلى أن يصير منعدما.

يقذف الحجر إلى نقطة أبعد مما تقذف إليه الريشة، لأن اندفاع الأجسام يتناسب تناسبا طرديا مع مقدار (كمية) المادة المكونة لتلك الأجسام، وهذا ما يفسر قوة الأجسام الصلبة على الاندفاع أكثر.

ولم يتوقف زعماء مدرسة الاندفاع عند هذا الحد، بل تعدوه إلى ما هو أخطر ليضربوا الفيزياء الأرسطية في صميمها [15]. فانطلاقا من نظرية الاندفاع، نفى (بيريدان) رأي أرسطو القائل بأن عالم ما فوق القمر (السماء) وعالم ما تحت القمر يتركبان من مادتين مختلفتين،

G. Boujouan, *La science dans l occident médiéval chrétien*, in, *Hist. géné. des sciences, La science.15 antique et médiévale*, p.624 sq.

أرضية قابلة للكون والفساد، وأثيرية شريفة، ويخضعان لقوانين متباينة ذلك أن حركات الأفلاك السماوية لا ترجع في نظر (بيريدان) إلى كونها مركبة من عنصر أزلي هو الأثير بل نرجع إلى قوة على الاندفاع وضعها فيها الله حينما خلق العالم ولما كان العالم السماوي خاليا من الهواء ومن أية مقاومة كانت حركة الأفلاك فيه حركة مسترسلة وأزلية.

تبدو أهمية تأويل كهذا في أنه يوجد بين السماء والأرض لا من حيث القوانين التي يخضعان لها بل وكذلك من حيث المادة التي تكونهما. وفي ذلك قضاء على الثنائية المطلقة التي أقامها العلم الأرسطي وتمهيد للخروج عنه فيما بعد.

ومما تجدر الإشارة إليه أن نظرية الاندفاع ساهمت في تطوير الديناميكا النيوتونية نفسها، وأن تقدم أجوبة على مسائل لم يجب عنها كوبرنيك أو لم يهتم بها فهذا الأخير في القرن السادس عشر، لم يعمل سوى أن قدم وصفا رياضيا جديدا لحركة الأفلاك، دون أن ينجح في تفسير سبب حركتها مما طرح مشاكل عديدة على تابعيه؛ وهي مشاكل لم تحل إلا من طرف نيوتن فيما بعد، الذي تمكن من ملء ثغرات الخطاب الكوبرنيكي. ويرى (تومس كون) أن الديناميكا النيوتونية تستلهم في كثير من آرائها من مدرسة الاندفاع [16] ذلك أن نظرية الاندفاع بلورت في نفس الوقت مبدأ جديدا في العطالة مخالفا لمبدأ أرسطو، ومماثلا لما سيقول به نيوتن..فقد كان أرسطو يؤكد على أن السكون وحده هو الذي يدوم، أي أنه هو الأصل، أما (بيريدان) فقد أكد أن الحركة هي الأخرى تدوم وأن الجسم يبقى متحركا ما لم يعترضه عائق. كما بلورت مبدأ في سقوط الأجسام هو نفسه المبدأ الذي صاغه (غاليليو) فيما بعد، ذلك أن (بيريدان) يذهب إلى أن جاذبية (أو وزن) جسم ساقط ينشر فيه ازديادا مساويا من الاندفاع (أي السرعة) في مدد زمانية متساوية.

تلك نماذج لبعض إسهامات العلم السكولائي وانتقاداته للعلم الأرسطي؛ ويمكن القول أن القرون التي هيمن فيها الفكر السكولائي على الغرب، كانت هي القرون التي عرف فيها التقليد العلمي والفلسفي إعادة بناء، وتم فيها اختباره وامتحانه مما مكن من الوقوف على نقط ضعفه ومواطن زلَلِه. وإذا كان السكولائيون ظلوا - لأسباب معينة - عاجزين عن رفض العلم الأرسطي جملة وتفصيلا، فإنهم على الأقل نبهوا إلى مساوئه وإلى ثغراته، مما سيتحول إلى نقط بحث ناجعة بعد العصر الوسيط. وأكبر النظريات العلمية الجديدة في القرنين السادس

16. Th. Kuhn, *Op.cit*, p.141

عشر والسابع عشر تجد أصلها في الإحراجات المترتبة على نقد السكولائيون للفكر الأرسطي. لذا يتعذر القول بأن كوبرنيك يشكل نقطة اللاّعودة إلى الفكر السابق عليه، خصوصا الفكر السكولائي، بل هو تتويج له؛ لقد كان خلاصة أو تتويجا لطموح تاريخي متراكم، وتعبيرا عنه.

حتى الآن لم نبرز من هذا الطموح سوى جانبه العلمي المتمثل في النقد السكولائي للعلم القديم، لكن ثمة جوانب أخرى جعلت نشأة العلم الحديث مع كوبرنيك وتابعيه ممكنة، ولولا هذه الجوانب لبقيت نظرية كوبرنيك كنظريات سائر سالفيه السكولائيين، (أي مجرد نقد للعلم القديم لا ينطوي على أي تجديد) هذه الجوانب لها علاقة بالمناخ الاجتماعي والتاريخي والفلسفي لعصر النهضة، والحاجيات الحضارية الجديدة التي ظهرت معه.

النهضةُ وإصلاحُ علم الفلَك: (تجديدات) كوبرنيك

لعصر النهضةَ في أوروبا مميزات اتسمت بميل عام نحو التغيير والإصلاح في كل الميادين. فعلى المستوى الاجتماعي بدأت أرستقراطية تجارية جديدة، تنافس أرستقراطيات الكنيسة ونبالة الأرض القديمة؛ وعلى المستوى الديني ظهرت حركة الإصلاح الدينية مع (لوثر) (Luther) و (كالفن) (Calvin) المناهضة للكاثولكية. وهذا يعني أن الجو العام صار مستعدا لتقبل كل تجديد. وقد أثرت المميزات النوعية لفترة النهضة بصورة ملموسة على علم الفلك، فنقائص علم الفلك البطليموسي المتمثلة في سوء اتفاقه مع الملاحظات، وفي عدم دقته في توقع الظواهر، وحسابها المضبوط، أصبحت تبدو عقبات أمام تقدم العلم والمعرفة في فترة كثرت فيها الرحلات والاستكشافات، فقد اهتم البرتغاليون مع مطلع القرن الخامس عشر بالرحلات حيث اكتشفوا أمريكا. لكن نجاح الرحلات واستمرارها راحا يفرضان بإلحاح تحسين الخرائط وتقنيات الملاحظة الفلكية التي تتطلب – كما نعلم – معرفة دقيقة بالسماء: مما خلق الحاجة إلى فلكيين أكفاء. وكمظهر لهذه الحاجة استشعرت الدوائر العليا في المجتمع الأوروبي الحاجة إلى إصلاح التقويم الميلادي الجاري به العمل نظرا لتفاقم أخطائه وتزايدها مع الزمن؛ بل إن البابا نفسه طلب من كوبرنيك أن يتولى الإشراف على هذا الإصلاح، لكنه رفض اعتقادا منه أن إصلاح التقويم في إطار نظريات بطليموس المتوافرة، والملاحظات الفلكية المعمول بها، لن يجدي نفعا، فالأمر يقتضي إصلاح علم الفلك برمته، بل يذكر في مقدمة كتابه، أن

نظريته قادرة على أن تسمح بإمكان وضع تقويم جديد مكان التقويم الجولياني. والملاحظ أن التقويم الغريغوري الذي شرع العمل به سنة 1582، كان في الواقع يقوم على تنبؤات مستمدة من أعمال كوبرنيك.

كل ذلك يساعدنا على فهم الأسباب التي جعلت الثورة الكوبرنيكية لم تظهر في وقت آخر، والعلم الحديث لم يظهر في لحظة تاريخية أخرى لأن المناخ الملائم لذلك لم يكن قد ظهر. ويستخلص (توماس كون) من ذلك أن الابتكارات داخل علم ليست في حاجة إلى أن تكون جوابا لوقائع جديدة داخل ذلك العلم. فما أدى بكوبرنيك إلى إدراك عدم صحة علم الفلك القديم، وإلى ضرورة تغييره، ليس اكتشافه وقائع جديدة، أو قيامه بملاحظات فلكية تحمل معطيات جديدة[17].

لقد أشرنا إلى أن من الأسباب التي حدت بكوبرنيك إلى تجديد علم الفلك لم تكن ثمة أسباب علمية فقط، بل وكذلك أسباب أخرى خارجة عن ميدان العلم. وتنحصر الأسباب العلمية في بعض الاعتبارات التقنية المتعلقة بعدم الضبط والدقة في حساب مواقع الأفلاك: أنه عدم ضبط يترتب عليه عدم تطابق الملاحظات الحسية مع نتائج الحساب الفلكي. وخارجا عن هذا الإلحاح الرياضي التقني، لا نعثر على أي إلحاح علمي آخر، ذلك أن أي حدث علمي جديد لم يظهر ليكذب نظام بطليموس، ويرغم علماء الفلك على إعادة بناء نظرياتهم، بل نفس الوقائع الملاحظة هي هي، ونفس تقنيات الملاحظة المتبعة منذ وقت بطليموس هي نفسها التي اعتمدها كوبرنيك، إنها الملاحظة بالعين المجردة[18] بل إن الكيفية التي ألف بها كوبرنيك نظامه الجديد في كتاب «**دورة الأفلاك السماوية**» منقولة عن الكيفية التي ألف بها بطليموس كتاب «**المجسطي**» حتى على مستوى ترتيب الأبواب والفصول[19]. وهذا ما يؤكد لنا جزئيا كون كوبرنيك لم يرغب في الخروج عن النظام البطليموسي، بل حاول إصلاحه، وإن كان زمام الأمور قد أفلت من بين يديه بعد موته حيث تحول نظامه إلى ثورة حقيقية.

وإذا كنا حتى الآن لم نهتم سوى بالخلفية الفلسفية والتاريخية لهذه الثورة فإننا سنعمل الآن على الحديث عنها هي نفسها، أي عن إسهامات كوبرنيك في نشأة العلم الحديث.

عدا القول بحركة الأرض، يبدو كتاب كوبرنيك من جميع وجهات النظر أقرب إلى

17. Th. Kuhn, *Op.cit.*, ibid
18. G. Jorland, *La science dans la philosophie*
19. B. Cohen, *Les origines de la physique moderne*, p.44

الكتب الفلكية والكسمولوجية للعصر القديم والوسيط. وعدا مدخل الكتاب الذي طغى عليه الجانب النظري، نجد أن باقي الفصول تقنية رياضية. لذا فالانطباع الأول هو أن قيمة كتاب كوبرنيك أقل بكثير مما تتضمنه من تجديدات، فهو بالقياس إلى الفلك القديم لا يختلف عنه إلا بجعل الشمس وسط الكون وتحريك الأرض، لكن أساس القيمة التي اكتسبها هو أنه فتح الباب على مصراعيه أمام تجديدات قام بها الفيزيائيون الذين جاؤوا فيما بعد، أمثال (غاليلو) و (كبلر) و (نيوتن). فكتاب (كوبرنيك) حث على التجديد، وحرض عليه، دون أن يكون هو مجددا. إن دوره إذاً، كان في تحويل الاتجاه الذي كان تاريخ الفكر العلمي يسير فيه. لذا فهو على مفترق اتجاهين: يمثل اللحظة الأوج للتقليد القديم، واللحظة التي يبدأ عندها تقليد جديد. إنه ذو طبيعة ثنائية: يشكل نهاية القديم، لكنه يطرح ضمنيا وبكيفية لا واعية إمكانيات جديدة لتجاوزه.

فقد دون كوبرنيك، كما سبقت الإشارة، كتابه على غرار كتاب «**المجسطي**» والغاية من تأليفه أساسا، وكما يبدو من مقدمته، هي حل مشكل الكواكب من ناحية حساب حركتها بدقة. ويبدو أن طرح كوبرنيك لفكرة أرض تدور، لم يكن غرضا رئيسيا، بل جاء كمجرد وسيلة عارضة للمساهمة في تسهيل التنبؤ الدقيق بمواقع الكواكب، أي أن الغاية منها إصلاح التقنيات المستعملة في حساب تلك المواقع. فهناك إذا، عدم تناسب بين الغاية من تأليف الكتاب كما تصورها صاحبه، وبين ما ترتب على الكتاب من نتائج غير متوقعة.

لقد سبق أن أشرنا إلى أن بطليموس – محاولة منه ملاءمة النظام الفلكي الأرسطي مع الملاحظات – كان يفترض بعض المفاهيم من أجل إنقاذ الظواهر، مثل افتراض (أفلاك التدوير)، وافتراض وجود الأرض لا في مركز الكون بالضبط، بل بعيدا عنه شيئا ما، والذهاب إلى أن حركة الكوكب في مساره الدائري لا تكون منتظمة إلا بالنسبة لملاحظ في نقطة لا تقع في المركز هي نقطة المعدل، مما يؤكد لا تجانس الكون ودوائره.

يرجع كوبرنيك عدم تمكن الفلك البطليموسي من حل مشكل حساب الكواكب ومواقعها بدقة، إلى هذا الحشر المتزايد لتصورات وافتراضات، أبعدتنا شيئا فشيئا عن التصور المنظم للدوائر الذي وضعه أرسطو. إن ما ينتقده كوبرنيك بالذات هو مفهوم لا مركزية موقع الأرض وعدم تجانس دورات الكواكب. فإذا كان إدخال هذا المفهوم قادرا في نظر بطليموس،

على إنقاذ الظواهر، فإنه لا يحافظ على مبدأ تجانس الحركات الفلكية إلا بإفراغها من كل واقعية[20]؛ أي أن كوبرنيك رأى ضرورة التخلص من الفرضيات والمفاهيم المقترحة لمجرد الرغبة في التغلب على الصعوبات التقنية فقط، لا لكونها تعكس وقائع حقيقية، ذلك أن تراكم مثل تلك الافتراضات يؤدي بنا في الأخير إلى التضحية بالوقائع المدروسة، والانتهاء إلى مسوخ نظرية لا تربطها بتلك الوقائع أية صلة. وتلافيا لتلك المسوخ ارتأى كوبرنيك ضرورة الاحتفاظ بالحركات المنتظمة واقعيا، كتلك التي تصورها أرسطو، لكن كي يتغلب على الصعوبات التقنية التي طرحها الفلك الأرسطي على بطلميوس، ولازال يطرحها، لابد من جعل الشمس في مركز الكون، وإزاحة الأرض منه وتحريكها. فتحريك الأرض من طرف كوبرنيك كان نتيجة هامشية أفرزها مشكل الكواكب. إنه انتبه إلى حركة الأرض من خلال فحصه لحركات الأفلاك التي كانت لها الأهمية القصوى في نظره، وهذا ما جعله لا يتخوف من الصعوبات التي قد تثيرها بدعته تلك، بل وربما لا يفكر فيها.

غير أن ما حدث، أن كوبرنيك لم يفلت هو الآخر من نفس السمة التي عابها على النظام البطلميوسي ألا وهي التعقد وعدم الدقة؛ لم ينج من نفس النقائص التي طبعت الفلك القديم. وكوبرنيك يعترف — هو نفسه — في نهاية كتابه بذلك، لذا فإن النظام الكوبرنيكي شكل من الناحية العملية فشلا باعتباره لم يُظهر بعض المحاسن التي تجعله يتجاوز سابقه. أما من الناحية التاريخية، فقد شكل نجاحا، لكنه نجاح غير مرغوب فيه من طرف كوبرنيك، لأنه لم يكن يقصد سوى إصلاح حساب الأفلاك ومواقعها دون الخروج عن الكون الأرسطي. فكوبرنيك لم يكن يعتقد في الفراغ، أو في لا نهاية الكون، بل حاول قدر المستطاع المحافظة على أغلب المعالم الأساسية للنظرية الكونية والبطلموسية، ما عدا مركزية الأرض التي كانت في نظره أمرا لابد من التخلي عنه لإنقاذ النظام الأرسطي والبطلميوسي، ولحل مشكل الكواكب.

غير أن المحافظة على الأرسطية كإطار للتفكير، مع محاولة رفض أحد ثوابتها وهو ثبات الأرض في المركز، خلق نوعا من التنافر. ذلك أنه بالنسبة لأرسطو، يوجد اختلاف جوهري بين الأرض والسماء: الأولى ثقيلة وعاطلة، بينما الثانية لا ثقل لها تتحرك بطبيعتها، أما الأرض فهي جرم صلب يميل بطبعه إلى وسط الكون أي أنه لا يعقل التفكير في حركة الأرض إلا

20. G. Jorland, p.157.

بالخروج عن الإطار الفيزيائي الأرسطي، وهذا بالضبط ما لم يكن كوبرنيك يريده. كان يسعى فقط إلى بناء فلك جديد في إطار الفيزياء الأرسطية، لكن بدا أن كل إقامة لعلم فلك جديد تتطلب إقامة فيزياء جديدة. كوبرنيك لم يسع إلى بناء هذه الفيزياء، بل حاول تكييف نظامه الفلكي الجديد بالفيزياء الأرسطية وكان ذلك هو النشاز الذي سيدركه الفيزيائيون، فيما بعد، حيث سيحاولون التخلي عن تلك الفيزياء لصالح فيزياء أخرى.

فكوبرنيك لم يقطع مع الفلك البطلميوسي إلا في النقطة المتعلقة بحركة الأرض وموقعها، لكنه لم يفعل ذلك بنية القطع مع الفكر القديم والوسيط، بل بنية إصلاحه فقط والاستمرار فيه. ويرجع (تومس كون) تقليدية كوبرنيك إلى أنه كان متمسكا بالأساس الهندسي المنتظم للحركات السماوية، وهذا ما جعله يرفض ترقيعات بطليموس ويعتبرها خروجا عن الانسجام، وعن فكرة الدائرة، مادام الكون البطلميوسي كونا غير وسطي المركز [21].

ويذهب (كويري) [22] إلى أن عظمة كوبرنيك لا تكمن في إسهامه بوقائع جديدة بل في طرحه لمفهوم جديد، إلا أنه مفهوم يرتكز إلى معطيات قديمة هي أساسا معطيات بطلموسية، أكثر مما يرتكز إلى معطيات جديدة. فقد حاول إضفاء الانسجام على نظامي أرسطو وبطليموس، كما حاول القضاء كلية على مشكل الخلل في حساب مواقع الأفلاك، بتقديم فلك رياضي منسجم، ولأجل تلك الغاية سلك كل السبل، بما في ذلك التضحية بمركزية الأرض.

وقد ألف كوبرنيك رسالة جمع فيها أهم أفكاره، تدعى Commentariolus، أبرز فيها العوامل التي قادت تفكيره، مؤكدا أن غرضه هو القضاء على فكرة الكون الذي لا يوجد مركزه في الوسط، والتي قال بها بطليموس. إذ لا وجود سوى لمركز واحد مشترك لكل مدارات الأفلاك السماوية، هو الشمس لذا، فإن التراجعات والتوقفات التي تحدث عنها بطلميوس، ليست سوى مظاهر خادعة مرتبطة بالملاحظ وليس بالأفلاك ذاتها: فهي ليست حركات حقيقية.

كما يبدو من الملخص الذي وضعه أحد تلامذته وهو G.J. Rheticus ويسمى Narratio Prima أن كوبرنيك حاول بثورته أن يبرز وفاءه لمبدأ الحركة المنتظمة الدائرية للأجرام السماوية، لأنها أمثل الحركات وأبسطها، وكوبرنيك في ذلك يؤمن بالمبدأ الميتافيزيقي

21. Th. Kuhn, *Op.cit*, p.218-219
22. A. Koyré, *La révolution astronomique*, p.24

القائل بأن الله لا يخلق شيئا إلا على أحسن صورة وفي نظام هندسي ورياضي بديع، وحسب (ريتكوس) هذه هي ذات الفكرة التي قال بها أفلاطون والفيثاغورية [23].

والملاحظ أن علماء الفلك المعاصرين لكوبرنيك، عاملوا كتابه على أنه يحمل أدوات رياضية جديدة تصلح لحساب المواقع بدقة. وفي هذا الاتجاه عمل رجل الدين اللوثري النزعة (أندرياص أوصياندر) [24] (Andreas Osiander) الذي تكلف بنشر الكتاب بعد وفاة كوبرنيك، ووضع له مقدمة لم يشر فيها إلى اسمه، على دفع القراء إلى الاعتقاد بإمكانية الاستفادة من نظام كوبرنيك الرياضي، دون التمسك بفكرة حركة الأرض، باعتبارها مجرد افتراض أدت إليه ضرورات رياضية حسابية ابتغاء للدقة وليس فرضا واقعيا.

وعلى هذا الأساس، لم تهاجم الكاثوليكية في بداية الأمر كوبرنيك معتبرة، كتابه مجرد تأويل للنصوص الدينية؛ بل إن كتابه بقي يدرس بالجامعات الكاثوليكية بعكس البروتستانتية، إذ هاجمه (لوثر) و (كالفن) و(ميلانكطون) (1560-1407) (Melanchthon) أحد أشهر كبار لاهوتيي ألمانيا المقربين ل (لوثر)، ملاحظين أن في كتابه خروجا عن المسيحية في صفائها الأول، وعن حرفية النص المقدس. لكن ما لبثت الكاثوليكية أن تنكرت للكتاب سنة 1616 حينما أدركت خطورة نتائجه ومضاعفاته وربما يعزى صمتها في البداية إلى محاولتها إسكات هجمات البروتستانية ضدها وذلك بالتظاهر بالتسامح؛ لكن ظهور (جيوردانو برينو) (G.Bruno) بآرائه الكونية، أخرج إلى واضحة النهار ما بقي مكبوتا، أو مسكوتا عنه من طرف كوبرنيك فتأكدت خطورة العلم الحديث [25]. يضاف إلى ذلك أن غاليليو (1642-1564) بتوجيهه لمنظاره الفلكي نحو السماء سنة 1609، استطاع أن يؤكد وحدة العالم الأرضي والسماوي فهذا الأخير مليء بالتجاعيد والتضاريس وليس أشرف من الأول.

مكبُوتُ الكوبرنيكية: الفيزيَاء الكلاسيكية

قلنا: إن كوبرنيك دشن العصر الحديث، دون أن يكون هو نفسه حديثا، فتصوره للكون تصور أرسطي، حاول قلب النظام الفلكي الأرسطي مع البقاء في إطار الفيزياء الأرسطية، وكانت تلك مفارقة شنيعة بنهت تابعيه - فيما بعد - إلى ضرورة خلق نوع من

23. *Ibid*, p.33
24. Ibid, p.36. Th. Kuhn, *Op.cit.*, p.222
25. Paul – Henri Michel, *La cosmologie de Giordano Bruno*, Paris, 1962, p.165.p.245

الانسجام والتلاؤم بين الفلك والفيزياء، وذلك بخلق فيزياء جديدة. لذا يمكن القول أن العلم الحديث تأسس انطلاقا من كوبرنيك وأيضا ضدا عنه [26] انطلاقا منه، لأنه رغم أرسطيته، قدم أكبر هدية للعلم والتفكير العلمي الحديثين ألا وهي وضع الأرض بين الكواكب الأخرى والقول بوحدة القوانين التي تخضع لها الأرض والسماء. ضدا عنه، لأنه حاول كبت المطلب المشروع المترتب عن وضع الشمس وسط الكون وتحريك الأرض، ألا وهو خلق علم جديد للحركة وفيزياء جديدة.

يتجلى لنا ذلك في عجز كوبرنيك عن تقديم أجوبة للمشاكل الفيزيائية المترتبة على تحريك الأرض. كيف نفسر مثلا حركة الأجسام على أرض تتحرك؟ لم ينجح كوبرنيك في إعطاء جواب مقنع وشاف لهذه الحركة، لأنه افترض أن الهواء المحيط بالأرض يدور معها، أي كأنه لاصق بالأرض؛ وحسب هذا الافتراض، فالأجسام الموجودة في الهواء تنجر بحركة الأرض والهواء المشتركة.

هناك صعوبات أخرى اعترضت كوبرنيك، وتعذر عليه تفسيرها تفسيرا منطقيا إنها صعوبات تتعلق بطبيعة النظام الشمسي نفسه، فإذا كان كوبرنيك يقبل بفيزياء أرسطو، فكيف يسهل عليه افتراض دوران الأرض حول نفسها، ودورانها حول الشمس، مادامت هاتان الحركتان تتعارضان، كما يرى أرسطو، وطبيعة الأرض التي تميل إلى السكون وسط الكون؟ وقد اضطر إلى القول بأنه مادامت الأرض تدور حول الشمس، فهي (كوكب كباقي الكواكب) لكن هذا التفسير فيه خروج على مبدأ أرسطو الذي يقيم تمييزا جوهريا بين تكوين الأرض وتكوين السماء، ويرى وجود اختلاف بين القوانين التي تحكمهما ونوعية حركة كل منهما. وفي المنظور الفيزيائي الأرسطي، ليس بإمكان الأرض أن تدور أو تتحرك، ما لم تتعرض لتأثير خارجي قوي، أي ما لم تتحرك حركة (عنيفة) ولقد تصور كوبرنيك وجود قوة مشعة صادرة عن الشمس تحرك الأرض والكواكب بحركة متماثلة، لكنه لم يدقق هذا المفهوم (الحركة الصادرة عن إشعاع الشمس) تدقيقا في إطار فيزياء يمكن أن يعول عليها.

إلا أن ما يثير الدهشة، هو أن كوبرنيك في كتابه يؤكد على أن الأرض ملزمة بأن تدور حول محورها وحول الشمس لأن لها شكلا كرويا، لكن ألا تنطبق هذه الحجة على الشمس مادامت هي الأخرى ذات شكل كروي، فلماذا لا تدور حول نفسها، وفي مدار دائري؟

26. G. Jorland, *Op.cit.*, p.168-169

عجز كوبرنيك عن حل مشكل ميكانيكي آخر يتعلق بالقمر. إذا كانت الأرض تدور حول الشمس مثلما تدور حولها الكواكب الأخرى، فإن الموضوعات الساقطة إلى الأرض تسقط بنفس الكيفية، والطيور لا تتيه في الفضاء، لأن الهواء ملتصق بالأرض، لكن كيف يمكن للقمر أن يستمر في متابعة الأرض في حين أن هذه الأخيرة تتحرك بسرعة مدهشة في الفضاء؟ نجد كوبرنيك لا يقول بهذا الصدد: إن الهواء هو الذي ألصق القمر بالأرض بل يتحدث عن خيط غير مرئي يمنع القمر من أن يتيه في الفضاء[27].

مثل هذه الأسئلة وما نتج عنها من التباسات، جعلت البحث العلمي في القرن السابع عشر يتجه نحو إقامة فيزياء توافق بصورة أصح الأرض المتحركة. وإذا كانت سنة 1543 تعتبر بداية علم الفلك الجديد، فإن سنة 1609 يمكن اعتبارها سنة النشأة الفعلية للفيزياء اللاّأرسطية، ذلك أنه تم فيها – ولأول مرة – استعمال التلسكوب في المراقبة الفلكية، من طرف غاليليو وهذا وحده كاف لأن يشكل منعطفا في تاريخ العلم. كما عرفت تلك السنة حدثا علميا آخر عجل بالإسراع بالثورة الفيزيائية، ألا وهو نشر يوهان كبلر J.Kepler لكتاب سماه «علم الفلك الجديد» (Astronomia Nova) وضع فيه قوانين جديدة للحركة متجاوزا بذلك نقائص العلم الكوبرنيكي.

مكن استعمال التلسكوب من اكتشافات علمية حاسمة ساهمت في تقويض ركائز الفيزياء الأرسطية. فقد تمكن غاليليو من إثبات وجود نجم جديد في الأجواء السماوية مسددا بذلك ضربة لأرسطو. إذ أكد بكيفية قاطعة، أن السماء عرضة للتغير وللكون، والتبدل خلافا لما قال به أرسطو الذي اعتبرها أزلية وغير قابلة للفساد. تمكن أيضا من أن يوجه منظاره إلى القمر ويثبت أن القدماء واهمون في وصفهم له بأنه كوكب بشع، بل إنه يشابه الأرض ولا يختلف عنها، وجميع الكواكب تشع من جراء سقوط أشعة الشمس عليها.

إضافة إلى ذلك. اهتم غاليليو بإقامة قوانين جديدة لسقوط الأجسام. ويستفاد من موقفه من هذه المسألة الأخيرة أنه سار في اتجاه مناهض لأرسطو. فقد كان أرسطو يعتقد أن الجسم يبقى في سكون دائم ما لم يتعرض لمؤثر خارجي يحول سكونه إلى حركة؛ إذ الأصل في الأشياء السكون والثبات. أما الحركة فتحدث إما من جراء ابتعاد الأجسام عن أصلها، وهو مركز الأرض، لاسيما بالنسبة للأجسام الثقيلة، والأعلى بالنسبة للأجسام الخفيفة، أو من

27 B. Cohen, *Op.cit*, p.56-57.

جراء اكتسابها لها من طرف علة خارجية. فكل حركة لابد وأن تكون ناتجة عن سبب أو قوة ما. لكن غاليليو سيسير عكس هذا الاتجاه الطبيعي الساذج إذ سيؤكد أن الأصل في الأشياء هو الحركة، أما السكون فمجرد حالة عابرة ووقتية، إذ لو افترضنا وسطا خاليا من المعوقات وكل أشكال المقاومة لاستمر الجسم في حركته إلى الأبد. غير أن ما تجدر الإشارة إليه أن غاليليو لا يتحدث عن هذا القانون إلا في حالة سقوط الأجسام، لكن هذه الأخيرة (أي حالة السقوط)، محدودة، لأنها تنتهي حينما يلامس الجسم الأرض، لذا فإن الصيغة الآنفة أقرب إلى (نيوتن) منها إلى (غاليليو).

والأسباب الي حدث بغاليليو إلى تخصيص مبدأ العطالة لا تعود إلى جهله به بل إلى تخوفه منه، ومن نتائجه الفلسفية. إذ أنه بقي متخوفا من الامتدادات والنتائج النظرية والتي تستلزم وجود كون لا متناه، لذا أعطاه صورة دائرية، أي أن العطالة لديه (عطالة دائرية). إن جسما ملقى به في مسار دائري يستمر في دورانه بسرعة ثابتة وباستمرار ما لم يعترض سبيله عائق خارجي. لقد تلقى غاليليو، بدون شك، التأثير العام لعصره، خصوصا الفكرة التي تعطي أهمية قصوى للحركات الدائرية وتعتبرها أمثل الحركات، وهي فكرة لا نعثر عليها في الفيزياء الأرسطية فقط بل حتى في المفهوم الكوبرنيكي للكون؛ كما أنه كان يتخوف من فكرة اللاّتناهي.

هكذا يظهر غاليليو رجل عصره المتمسك بمبادئ الدائرية في الفيزياء؛ وهذا مثل صاروخ يظهر لنا إلى أي حد يحد الإطار الفكري العام لعصر ما من عبقرية رجالاته. يتجلى هذا بالنسبة لغاليليو في:

1. تشبثه بالدوائر فيما يتعلق بتصور المدارات الفلكية وقد أدى به ذلك إلى رفض المفهوم الأهليليجي للمدارات، الذي طرحه معاصره (كبلر) سنة 1609، وهي النسة نفسها التي وجه فيها (غاليليو) منظاره نحو السماء.

2. لأن غاليليو ضيق من مبدأ العطالة وقصره على الأجسام الدائرة والأجسام الثقيلة المتحركة بحركة حرة على سطوح ملساء.

وإذا كان غاليليو قد قدم إسهامات ابستمولجوية ذات أهمية كبرى مستلهمة من التصور الأفلاطوني لطبيعة الرياضيات، تتمثل في تحويل الظواهر الملاحظة إلى بنية رياضية، أو علاقة جبرية، واعتبار الحقائق الأساسية في الطبيعة توجد في الأشكال الهندسية والرموز الجبرية،

فإنه بقي عاجزا – مع ذلك – عن تأسيسي ميكانيكا فلكية حقيقية، وفيزياء مكتملة، وذلك لأنه كبت أنفاس مطلب كان ضروريا لاكتمال نشأة العلم الحديث، ألا وهو اللّامتناهي. فقد بقيت أفكار غاليليو بكاملها تدور في فلك ما يدعى بالكون المتناهي، وكان في ذلك لا يزال يرزح تحت نير الأرسطية بتصوره للمدارات الفلكية على أنها دوائر، وبتخصيصه لمبدأ العطالة. فقد تلقى غاليليو سنة 1609 نسخة مهداة إليه من كتاب «**علم الفلك الجديد**» لمعاصره كبلر الذي كان قد بعث إليه بها خصيصا، لكن غاليليو أصر مع ذلك على تجاهل ما ورد في الكتاب من إسهامات هامة في سبيل تطوير الفيزياء الفلكية، من أبرزها مفهوم المدارات الأهليليجية[28].

ولم يستطع مفهوم اللامتناهي، مكبوت الغاليلية أن ينطلق إلا مع (نيوتن) (1642-1727). فمع هذا الأخير تعرف الفيزياء الكلاسيكية اكتمالها ونضجها، كما يصبح الإصلاح العلمي حقيقة بعد أن كان أملا ووعودا وإنجازات جزئية. مع نيوتن يصبح العلم الحديث مؤهلا كي يقدم تصورا عاما متكامل الجوانب لكل الظواهر الكونية. أي يقدم بناء متناسقا ذا أسس وركائز تجد فيه كل الظواهر المستجدة ملجأها النظري. وهذا ما يبرر القول بأن نيوتن واضع العلم الحديث، بمعنى أنه أول من أنهى إرساء دعائمه متلافيا بذلك بعض الثغرات والنقائص التي طبعت مواقف سابقيه خصوصا غاليليو وكبلر. لذا فأعماله تكمل الثورة العلمية للعصر الكلاسيكي.

نشر نيوتن كتابه «**المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**» (1687) ويتألف من ثلاثة فصول: الأول يتعرض للمبادئ العامة للحركة. والثالث يطبق تلك المبادئ على الحركات الكونية. أما الثاني فهو مخصص لدراسة السوائل. وفيما يتعلق بمبادئ الحركة وضع نيوتن قانونا للعطالة يرى أن الجسم يستمر في حركته بصورة مستقيمة ومنتظمة ما لم يخضع لأي مؤثر خارجي. والاستمرار الأبدي في الحركة يفضي حتما إلى اللامتناهي وهنا ظهرت جرأة نيوتن العلمية حينما قرر أن هذا المبدأ مطلق الشمول تخضع له جميع الحركات. وما يجعل الكواكب تدور هو أنها تخضع لقوى خارجية تجعلها ترسم دوائر وأشكالا بيضوية شبيهة بالدوائر. ولو لم تخضع لقوة تأثير معينة هي الجاذبية لاستمرت في حركة مستقيمة إلى ما لانهاية. وبذلك تحطم (الكون المنغلق) واختفت كل الاعتبارات المقامة عليه كمفهوم.

Ibid, p.127.28