جامعة الجزائر 2- أبو القاسم سعد الله
كلية العلـوم الإنســانية
قسم الفلسفة

عنوان البحث:

قانون الجاذبية العامة بين المفهوم الأرسطي والمفهوم النيوتني(أرسطو ونيوتن)،أنموذجا
- دراسة تحليلية نقدية مقارنة -

The law of general gravitation between the Aristotelian concept and the Newtonian concept (Aristotle and Newton), as a model
- a comparative critical analytical study -

أطروحة مقدمة لنيل درجة دكتوراه الطور الثالث (ل، م، د) في الفلسفة

تخصص: منطق وفلسفة العلوم

أعضاء لـجنة المنـــاقشة

أ.د. فريد زيداني	أستاذ التعليم العالي	جامعة الجزائر 2	مناقشا ورئيسا
أ.د. نصيرة جعيداني	أستاذة التعليم العالي	جامعة الجزائر 2	مشرفا ومقررا
أ. د. نادية بوجلال	أستاذة التعليم العالي	جامعة الجزائر 2	عضوا مناقشا
د. بلدي عثمان عبد المجيد	أستاذ محاضر	جامعة الجزائر 2	عضوا مناقشا
أ. د. زبيدة بن ميسي	أستاذة التعليم العالي	جامعة باتنة 1	عضوا مناقشا
د. مسعود بوشخشوخة	أستاذ محاضر	جامعة قسنطينة 2	عضوا مناقشا

إعداد الطـــالب:
هشام حـــامة

إشراف الأستاذة الدكتورة:
نصيرة جعيداني

السنة الجامعية: 2021- 2022

University of Algiers 2 - Abou EL Kacem Saâdallah
Faculty of Humanities
Department of Philosophy

Title :

The law of general gravitation between the Aristotelian concept and the Newtonian concept (Aristotle and Newton), as a model

- a comparative critical analytical study -

Thesis Submitted For obtaining the degree of. LMD Doctorate. in Philosophy
Specialty: Logic and Philosophy of Science

Board of Examiners

Pr Zidani Farid	Professor	University of Algiers 2	Chairman
Pr : Djaidani Nacera	Professor	University of Algiers 2	Supervisor
Dr. Boujalal Nadia	Professor	University of Algiers 2	Examiner
Dr. Beldi Otmane Abdelmadjid	Doctor	University of Algiers 2	Examiner
Pr. Benmissi Zoubeida	Professor	University of batna 1	Examiner
Dr. Bouchakhchoukha Messoud	Doctor	University of Constantine 2	Examiner

Prepared by :
HICHEM HAMA

Supervisor :
PR : DJAIDANI NACERA

2021−2022

بسم الله الرحمن الرحيم

<< ومَا أوتيتمْ منْ العلم إلاَّ قَليلاَ>>

صدق الله العظيم

سورة الإسراء الآية رقم 8

الإهداء

أهدي هذا العمل إلى أمي، ثم أمي، ثم أمي.....

التي كانت مصدر قوتي وشجاعتي وإلهامي من أيام الابتدائي إلى يومنا هذا، إليك أمي التي تحملتني طوال هذه السنين، شفاك الله وعفاك.

إلى أبي الذي أعطاني ولم يبخل على بأي شيء.

إلى أخي وعائلته الصغيرة.

إلى كل الأساتذة من الابتدائي إلى الجامعي، وكل من ساهم في تعليمي.

إلى كل الأصدقاء، وإلى كل من يعرفني من قريب أو من بعيد.

وإلى كل العائلة الكبيرة.

كلمة شكر

الحمد لله الذي وفقنا في انجاز هذا العمل المتواضع، ومنحني القوة والصبر على انجاز وإتمام هذا البحث

أما بعد

أتقدم بأسمى عبارات الشكر والتقدير والعرفان إلى الأستاذة الفاضلة: الأستاذة الدكتوراه جعيداني نصيرة التي رافقتني طوال مدة انجاز هذا البحث، فقد كانت نعمة الموجه والمرشد، وكل ما قدمته لي من نصائح، أدام لله في صحتها وطول العمر، كما أتقدم بخالص الشكر والتقدير إلى جميع أساتذة لجنة التكوين في الدكتوراه تخصص: منطق وفلسفة العلوم الذين لم يبخلوا علينا بأي شيء، والى كل من ساعدنا ولو بكلمة طيبة.

مقدمة

مقدمة:

عرفت الفلسفة في القرن العشرين ظهور نوع جديد من الدراسات هو فلسفة العلوم؛ حيث اتّخذت موقع الصدارة في الفكر المعاصر لكونها تسير وفق طابع نقدي تحليلي وهو ما يتلاءم مع طبيعة هذه الدراسات.

لقد كانت الإشارت الأولى للجاذبية في الحضارات الشرقيّة القديمة، عند المصرين والبابليين، إذ كانوا يقضون أوقاتا طويلة في مراقبة ورصد حركات الكواكب والأفلاك من أجل تفسير الظواهر التي كانت عالقة، كحركة الشمس والقمر وتعاقب الليل والنهار، ولكن ما يَسِمُ هذه التفسيرات هو غلبة الطابع الأسطوري عليه، وهو في الحقيقة ما صعَّب عليهم الوصول إلى قانون علمي واضح المعالم يفسر طبيعة الظواه ر المدروسة، إضافة إلى افتقارهم للوسائل التقنية والحسابات الدقيقة، ما جعل الأمر بالغ التعقيد في التأكيد على وجود الجاذبية، ولكنّ الاهتمام بمثل هذه المسائل يُظهر كلامهم عنها بصفة عفوية كما أن معرفة وفهم موضوع ما من المواضيع يتطلب منا الإلمام بكافة الاتجاهات والوقوف على مختلف المسائل، لذلك إذا أردنا أن نعرِّف العلم باختصار وبساطة فيمكن أن نقول أنّه توحيد منتظم لحالات نظرية وطرائق علمية للبحث في موضوع أو عدة مواضيع محددة، ويظهر، لذلك اقتضت الضرورة العلمية علينا العودة إلى الحضارات الشرقية القديمة بغرض أن يكون لنا إحاطة أكبر بموضوع الجاذبية لأنه لم تكن لديهم إشارات واضحة ودقيقة لهذا القانون بل بقي مجرد كلام، كما سبق ووضحنا سبب عدم القول بهذا القانون.

لقد حقق مع اليونانيين قفزة نوعية خاصة مع الطبيعيين الأوائل من خلال تفسيراتهم الكسمولوجية الذي جاءت بشكل ضمنيّ، ولكن الظهور الصريح كان مع **أفلاطون Platon** (427ق.م- 337ق.م)، حينما يقول في محاورة (تيماوس) أنَ اندفاع الأجسام وانجذابها هو نتيجة لقوة خفية كامنة في الأجسام، قوة تدفع الأجسام إلى نوع من التعاطف مع جسم آخر، تماما كما يميل الناس إلى بعضهم (الذكر إلى الأنثى، والصديق إلى الصديق)، وهو تقريبا

ما قاله **أرسطو Aristote**(384ق.م-327ق.م)، فقد فسر هذه الظاهرة بوجود قوة طبيعية في الأجسام تدفعها إلى الانجذاب نحو بعضها البعض، فالسقوط أو الانجذاب هما في نظره من طبائع الأجسام أي من خصائصها الذاتية، فرغم بساطة هذا التفسير إلا أنه كان يشير إلى شيء مهم وهو الجاذبية، وكما نعلم أيضا أن العلم عند اليونانيين لا يزال في مرحلة الولادة، لذلك غلب عليه الطابع الإيحائي في تفسيراتهم لمختلف ظواهر الكون، لقد كانت الإشارات الأولى للجاذبية عند اليونانيين بشكل نظري، وغابت في شكلها القانوني، فعدم وصولهم إلى قانون عام في الجاذبية لا يرجع سببه إلى غياب التقنية، بل يرجع إلى مشكلة اجتماعية بحتة، فنحن نعلم أن المجتمع اليوناني كان مقسما إلى طبقات، ولكل طبقة دورها ووظيفتها، لذلك كانت طبقة الفلاسفة تفضل البحث التأملي في مقابل ذلك تحتقر العمل التجريبي واليدوي؛ لأنهم يعتبرونه خاص بطبقة العبيد، وهو ما يرجح احتمالية عدم ظهور القوانين في جميع المجالات العلمية وليس في الفيزياء فقط، فإذا كان قدماء اليونان لا يعرفون الفيزياء كما هي ممارسة بالشكل الحالي، فلنا أن نتصور ما سيؤول إليه المجتمع اليوم في حالة اكتشاف **أفلاطون وأرسطو** قوانين الحركة الثلاثة والجاذبية، ولكن هذا لا يعني أنّ الرياضيين والفلاسفة اليونانيين لم يكونوا علماء بالمعنى الشامل للكلمة، بل كانوا علماء بهذا المعنى للكلمة فعلا، وهذا ما يتّضح من أرصادهم الحاذقة للسماء، ومن تأملاتهم وابتكاراتهم الرياضية، لذلك يمكن القول بأن إسهام اليونانيين بالغ الأهمية في العلم رغم سلبية حديثهم عن هذه الإسهامات بطريقة ميتافيزيقية إيحائية، وهو ما حال دون الوصول إلى قوانين علمية دقيقة .

هذا فيما خصّ اليونانيين، أمّا المسلمون وبناء على ما وصلهم من الحضارات السابقة لهم، فقد اشتغلوا على هذا المجال كثيرا، نظرا لمعرفتهم بطرق البحث الرياضي والمناهج العلمية، وبمعنى أخر فقد استثمروا ذلك في إبداعات جديدة، ولعلّ أبرز هذه الاكتشافات كانت في علم الطبيعة، إذ احتلّ موضوع الجاذبية مساحة كبيرة في أبحاثهم العلمية، والفكرة

القائلة بأن الأجسام تطلب مركز الأرض كانت أيضا محور الدراسة عند العلماء المسلمين، وهو في الحقيقة ما يعبر عنه بالجاذبية، إن الشيء الملفت للانتباه عند المسلمين في تفسيرهم للجاذبية ورودها بعدة أسماء كالميل، والثقل، وهذا ما يؤكد على جهودهم الرامية إلى فهم وتفسير ظاهرة الجاذبية، باستخدام العقل والمنطق، الذي تميز بالمنهجية العلمية والتجريبية الأقرب إلى عقلية "غاليلي ونيوتن"، ومن هنا يتضح أن العلماء المسلمين قد تمكنوا فعلا من تفسير ظاهرة الجاذبية بعيدا عن الآراء الفلسفية القديمة اليونانية، استنادا إلى ما أثبتوه من أن مناهج البحث المعرفية تعتمد على طبيعة موضوعاته ا، ولولا هذه المنجزات القيمة والثورة التي أحدثوها في طرق التفكير والبحث العلمي السليم لظلت خرافات القدماء قائمة حتى اليوم، وهذا ما يؤكد مرة أخرى أن العلماء المسلمين منذ القرن التاسع للميلاد عرفوا قوة التثاقل الناتجة عن جذب الأرض للأجسام فأطلقوا عليها آنذاك اسم القوة الطبيعية، وأكثر من ذلك فقد تم تفسيرها تفسيرا علميا دقيقا بعيدا عن كلّ نظرة ميتافيزيقية

إن الثورة العلمية التي قادها **كوبرنيقوس Copernic** (1473- 1543م)، ورفض الآراء القديمة في الفلك والقول أن الشمس لا الأرض هي مركز الكون، غيّرت الكثير من المعطيات العلمية وبنى أفكارا جديدة في الفيزياء، إن عظمته تكفي في كونه استطاع فعلا أن يبني على هذه الفكرة القديمة الجديدة، نظاما كونيا متناسقا وكاملا، مضيفا إلى العقل البشرى تصورا جديدا للكون ومزيدا من النظام والمعقولية، فاتحا أفاقًا جديدة أمام البحث العلمي والرؤية الفلسفية، أما كبلر فقد ذهب إلى دراسة حركة الأجرام السماوية ليستخلص شكل مداراتها حول الشمس وقياس زمنها الدوري، وهو فعلا ما صاغه على شكل قوانين مازالت تحمل اسمه حتى اليوم، وتحتفظ بمكانتها في العلم المعاصر، لقد كانت أعماله بمثابة تدشين حقيقي لمنهجية ثمينة في العلم، لأنها ساعدت العلماء على اكتّشاف قوانين الطبيعية، أمّا البداية الحقيقة للعلم الحديث فقد كانت مع **غاليلي Galilée**(1564- 1642م)، بقطع الصلة مع كلّ قديم وخاصة مع **أرسطو**، وأسَّسَ ما يعرف اليوم بعلم الفيزياء انطلاقا من

تطبيق المنهج التجريبيّ والرياضيات، ومن بين المسائل التي اهتّم بها دراسة ظاهرة سقوط الأجسام، ومن خلال تجاربه التي قام بها من أعلى برج بيزا توصل إلى حقيقة مفادها أنّ جميع الأجسام تسقط بنفس السرعة في الفراغ وأنّ العلة المتحكمة في السقوط ليس وزن الجسم، وإنما يرجع ذلك إلى مقاومة الوسط، فبناء على هذه الفكرة طرح غاليلي مفهوم الجاذبية؛ إذ يعود إليه الفضل في اكتشاف الجاذبية الأرضية، وبما أنّه كان يولي أهمية كبيرة للرياضيات استطاع فعلا حلّ جميع مشكلات الطبيعة بما فيها ظاهرة سقوط الأجسام.

إنّ الأرضية العلمية التي هيأها العلماء قبل **نيوتن Isaac Newton** (1643-1727م) كـ **غاليلي وكبلر Johannes Kepler**(1571-1630م) **وديكارت René Descartes** (1596- 1630م)، سمحت لنيوتن من إرساء نظام كوني جديد ، لا يتّصف برؤية ميتافيزيقية، في تفسيره لكل شيء، بحيث بقي لمدة تقارب حوالي قرنين من الزمن، وهو ما يظهر من خلال مؤلفه **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**، أين يقسم هذا الكتاب إلى ثلاثة أجزاء، فيتناول في الجزء الأول والثاني علم الميكانيكا، أما الجزء الثالث فهو تطبيق لكلّ ما تناوله في الجزأين الأولين، والذي تمكن فيه من صياغة أحد أهمّ القوانين وهو قانون الجاذبية العامة، كما استطاع أن يفسر به العديد من الظواهر الطبيعية، كالمدّ والجزر، وحركة الأجرام السماوية في مداراتها، والمذنبات، كما وضع حدّا نهائيا لجميع الافتراضات الميتافيزيقية التي لا تقوم على أساس التجربة، ليثبت أنّ جميع الظواهر في الطبيعة تعود إلي مبدأين هما: المادة والحركة، فبذلك سيطرت النزعة الميكانيكية على جلّ المجالات.

أمّا عن **أينشتاين Albert Einstein**(1879- 1955م)، فقد أخذ موضوع الجاذبية حيزا كبيرا في أبحاثه، وخاصة في النسبيّة العامة، فإذا كانت الجاذبية عند **نيوتن** قوة تعمل على جذب الأجسام نحو بعضها البعض، فإنّه مع **أينشتاين** أصبحت الجاذبية عبارة عن سقوط حرّ، وذلك نتيجة الانحراف الذي تحدثه الكتل الضخمة كالشمس في الفضاء، فتَتْبَعها

الأجسام ذات الكتل الصغيرة والتي تتبع هذا الانحراف في مدارها حول الشمس، إذن ببساطة كلّ هذا يمثل مسار تطور الجاذبية منذ القدم إلى الفترة المعاصرة.

لكن مع ظهور فروع جديدة في المعرفة خاصة في الفترة المعاصرة، أصبح موضوع الجاذبية يطرح صعوبات كبيرة في ميدان فلسفة العلوم بصفة عامة، وفي فلسفة الفيزياء بصفة خاصة وتكمن هذه الصعوبة في طبيعة تفسيره، حيث فسر في البداية تفسيرا إيحائيا بنسب أشياء الحياة إليها–ويمثل هذا الموقف **أرسطو**–كما نجد أيضا موقف **نيوتن** والذي يفسره تفسيرا علميا دقيقا، نتيجة استخدامه الرياضيات والمنهج التجريب ي، ومن خلال هذين النموذجين سوف نعالج الموضوع بطرح الإشكالية التالية: هل التفسير العلمي للجاذبية العامة امتداد للتفسير الميتافيزيقي؟.

ولتحليل ومعالجة هذه الإشكالية صغنا الفرضيات التالية:

الفرضية الأولى: قانون الجاذبية العامة تفسير ميتافيزيقي.

الفرضية الثانية: قانون الجاذبية العامة تفسير علمي.

الفرضية الثالثة: قانون الجاذبية العامة بين التفسير الميتافيزيقي والتفسير العلمي.

ومن أجل اختبار صحت الفرضيات السابقة وزعنا عناصر الموضوع إلى مقدمة وأربعة فصول تعقبها نتائج البحث، فكان عنوان الفصل الأول: تطور مفهوم الجاذبية من اليونان إلي الفترة المعاصرة، وفيه حاولنا أيضا ضبط هذا المصطلح من الناحية اللغوية والاصطلاحية، لكي لا يختلط مع ميادين أخرى، كما حاولنا أيضا دراسته دراسة كرونولوجية لمعرفة الجذور الأولى لهذا المصطلح، حيث بدأنا مع اليونانيي ن مرورا بالمسلمين، ووصولا إلى الفترة الحديثة والمعاصرة، فيما خصصنا الفصل الثاني الموسوم بـ: قانون الجاذبية العامة بالمفهوم الأرسطي، ولمحاولة فهم التفسير الأرسطي لقانون الجاذبية العامة، بدأنا فيه بعرض معنى الطبيعة أولا، لأهمية هذا المفهوم في فلسفة **أرسطو**، وبعدها وكخطوة ثانية ومن أجل الوصول إلى الهدف، حللنا الحركة ولوازمها من مكان ، وفراغ، وزمان، فمن غير الصائب

الحديث عن الجاذبية عند **أرسطو** دون التعريج إلى طبيعة الحركة ولوازمها، كما سيتعرض هذا البحث للمادة الأولى لهذا العلم وبنيته التي تسمح معرفتها إدراك مختلف تقسيمات العالم عند **أرسطو** والأمكنة الطبيعية، وهنا تبدأ ملامح القانون تظهر انطلاقا من حركة الأجسام في العالمين.

أمّا الفصل الثالث فقد عُنْوِنَ بـ: قانون الجاذبية العامة بالمفهوم النيوتني ، ولكن قبل الولوج في تفاصيل صياغة هذا القانون، وجب معرفة كيفية بناء **نيوتن** لفيزيائيته، ومبادئها وأسسها، وكخطوة مماثلة تطرقنا إلى تحليل المسائل المقدمة في الكتاب الثاني **للمبادئ**، وذلك للوصول إلى كيفية صياغة قانون الجاذبية العامة، لان حسب **نيوتن** مازلنا في مستوى المبادئ، لكي نصل إلى كيفيّة صياغة قانون الجاذبية العامة كان لابد منا أن نهتم بجميع المسائل التي يطرحها في كتابه، وانطلاقا من تحليلينا للكتاب الأول والثاني، توصلنا إلى كيفية صياغة قانون الجاذبية العامة، ولكي نزيد المسألة وضوحا دَعَّمنا هذا الموقف ببعض المواقف المؤيدة لنيوتن في أعظم اكتشاف عرفته البشرية في القرن 17 عشر وهو قانون الجاذبية العامة الذي استطاع حلّ الكثير من المشاكل التي كانت مطروحة في الطبيعة كالمدّ والجزر، وعلة دوران الكواكب حول بعضها البعض.

أما الفصل الرابع الذي جاء عنوانه: بين الفيزياء الأرسطية والفيزياء النيوتنية، حاولنا فيه استنباط العلاقة بين **أرسطو** و**نيوتن** في تفسير قانون الجاذبية العامة من عدّة مقاربات فلسفية وعلمية، وإبيستمولوجية، محاولين استنتاج مختلف الجوانب المشتركة والأوجه المختلفة بين التفسيرين، مع استخلاص طبيعة العلاقة بينهما إما بالتواصل بين التفسيرين أو بالقطيعة.

لقد تعاملنا مع هذا الموضوع بمنهج تحليلي نقدي مقارن، تحليلي: لتوضيح بعض المفاهيم الأساسيّة، ونقدي: لأن النقد جانب مهم في الدراسات الفلسفية المعاصرة وخاصة مع ظهور فلسفة العلوم يساعد في عرض سلبيات وإيجابيات النظريات أو الأفكار فلا يتوقف في

حدود الوصف والملاحظة. ومقارن لأن طبيعة الموضوع هي التي فرضت هذا النوع من المنهج.

أما عن أسباب اختيار الموضوع، فإن طبيعته تتميز بالجدية، فحسب اطلاعنا على مواضيع فلسفة الفيزياء لم يسبق لأحد وان تناول هذا الموضوع بهذا الشكل، كما أن شغفنا بفلسفة العلوم ألهمنا البحث في مثل هذه المواضيع.

الأهمية الكبرى التي تحضى بها فكرة الجاذبية في الفلسفة والعلم، قديما وخاصة عند **أرسطو** قد عبر عنها فلسفيا بالمكان الطبيعي، أما في الفيزياء وخاصة الفيزياء الحديثة فقد عبّر عنها **نيوتن** بكونها قوة تعمل على جذب الأجسام نحو بعضها البعض، ويعبر عنها أيضا بمعادلات رياضية، ومن هنا يظهر مدي أهمية فكرة الجاذبية من الناحية العلمية والفلسفية.

إن رغبتنا في الاطّلاع على فلسفة العلوم كدراسة فلسفية وعلمية متخصصة ظهر كنوع وكفرع جديد في الدراسات الفلسفية المعاصرة، فكلّ المواضيع القديمة أصبحت محلّ دراسة من الناحية الفلسفية والعلمية، والموضوع الذي بين أيدينا عينة من ذلك، فرغم قدمه إلاّ أنّه يكتسب صبغة جديدة.

الصيغة الجزئية التي يتسم بها موضوع الجاذبية، ذلك أنّ الدراسات الفلسفية في الفكر المعاصر قد أفردت الكثير من الكتب لمواضيع عامة تمس الجانب العملي الخاص بالإنسان كالأخلاق والسياسة بينما تغفل عن الجزئيات التي كانت لبنات أولى لتطور العلوم، هذا ما جعل بحثنا هذا يأخذ هذا التوجه المعرفي.

أما عن الصعوبات التي واجهتنا في انجازيه فان أولها يتمثل: في قلة الدراسات خول هذا الموضوع في الفكر العربي المعاصر، فقد تجد مثلا مواضيع خصصت لها كتابات كثيرة كالأخلاق والسياسة، ولكن عندما تحاول البحث في موضوع الجاذبية عند **أرسطو** مثلا، تجد

الدراسات حول هذه الفكرة شبه منعدمة، وهو في الحقيقة ما حفزنا لكي نمضي قدما في البحث على مثل هذه الموضوعات.

أما عن الصعوبة الثانية فهي تتعلق بالموضوع في حد ذاته كدراسة متخصصة، فهي تحتاج الإلمام الواسع بكل عناصر الموضوع بجميع حيثياته ودون تميز، فهو يتأرجح بين عدة فروع، كالفيزياء، والفلك، والرياضيات والفلسفة ما يصعّب علينا عملية الانتقاء واستثمار المعارف، خاصة و أن التعامل مع فكر الرجلين مباشرة أمر صعب ويحتاج إلى متخصص في هذا المجال.

إن صعوبة التعامل مع المصادر وبلغتها الأصلية، أجبرنا على الترجمة، ولكن حتى الترجمة في بعض الأحيان لا تعطي لنا المعنى الحقيقي المراد للنص، كون الأول فيلسوف متمرس، والثاني عالم فيزيائي ورياضي وفيلسوف، وهو ما يتطلب منا الكثير من الحيطة والحذر أثناء الترجمة.

ولكن على الرغم من كل هذه الصعوبات حاولنا أن نقدم عملا لا ندعي فيه الإلمام بجميع عناصره، إذ لا يخلو من بعض الأخطاء التي تواجه أي بحث علمي في بداية الطريق.

الفصل الأول: تطور مفهوم الجاذبية قبل اليونان وبعده

1- مفهوم الجاذبية عند اليونان

2- مفهوم الجاذبية عند المسلمين.

3- مفهوم الجاذبية فى العصر الحديث

4- مفهوم الجاذبية فى العصر المعاصر << اينشتاين>> نموذجا.

1- مفهوم الجاذبية عند اليونان:

1-1 لغة واصطلاحا:

لغة: الجاذبية من الجذر اللاتين ي(**gravitas**)، وتعني القوة والتثاقل، وهي من الفعل انجذب وتثاقل وتقال أيضا انجذب ما وإلي، ونزوع إلى ودار حول [1]، فانجذاب ما وإلى كسقوط الحجر إلى الأرض ونزوع إلى بمعني وجود قوة داخلية تدفع الأجسام إلى الانجذاب نحو مكان ما، أما دار حول كدوران القمر حول الشمس.

أما في المعاجم الأجنبية فقد عرّفها **le micro-robert** بكونها ظاهرة فيزيائية بالنسبة لجسمين منجذبين بقوة بغض النظر عن كتلتيهما والمسافة الفاصلة بينهما، وهي ما يسمي بقانون الجاذبية العامة [2]. مضيفا أنّها ظاهرة فيزيائية بالنسبة للأجسام التي تكون خاضعة لتأثير الجاذبية الأرضية وتسمي مركز الثقل، أو مركز الجاذبية، وهي أيضا الدوران حول مركز الجاذبية [3]، كالكواكب التي تنجذب نحو الشمس وبما أنّ الشمس هي مركز الجاذبية فإنّها تجبر الكواكب على الدوران حول محورها لأنّها أكبر حجم وقوة من الكواكب الأخرى.

أمّا قاموس "**dictionnaire de l'académie français**" فيعرف الجاذبيّة على أنّها السقوط نحو الأرض وهي ما يسمي بمركز الجاذبية أو الانجذاب نحو نقطة معينة [4]، فالأرض في هذا التعريف هي مركز الجاذبية بالنسبة لجميع الأجسام التي تسقط عليها كالحجر أو طلقات المدافع.**المفهوم الاصطلاحي:** يعرف **جميل صليبا** في **المعجم الفلسفي**

---

[1]- يوسف رضا، **معجم اللغة الفرنسية القديم والمعاصر**، عربي-فرنسي، دط، المكتبة اللبنانية، ص، 559.

[2]- **le micro robert**, dictionnaire de la langue française, et nous propres chronologie-cartes, paris, France, p, 450.

[3]- ibid, p, 450.

[4]- **dictionnaire de l'académie française**, édition books, France, 1798, p, 1517.

الجاذبية بكونها ظاهرة طبيعية دالة على تقارب الأجسام من بعضها البعض دون دفع بدائي[1]، فهي قوة ميكانيكية طبيعية تحدث للأجسام ما لم تتدخل عليها قوى خارجية، تدل على قانون الجاذبية العامة [2]؛ يعنى ذلك أنّ وجود تأثير متبادل بين جسمين يسمح بتطبيق قانون الجاذبية العامة كالأرض والقمر، واستنادا على كتلتيهما والمسافة الفاصلة بينهما يمكن معرفة قوة الجاذبية الأكثر تأثيرا على الأخرى لهذين الجسمين.

يطلق على الجاذبية مصطلح "النزوع الداخليّ" ماديا كان أو روحيا قال **أولر:** من المهم أنّ تعلم كيف تؤثر الأجسام السماوية على بعضها البعض، هل يتمّ ذلك بالدفع أم بالجذب؟ هل هناك مادة دقيقة غير مرئية تدفعها أم هناك قوة خفية كامنة تجذبها؟ انقسم الفلاسفة للإجابة على هذا الأمر إلى فريقين: فريق يقول بالدفع، وفريق يقول بالجذب [3]، والجذب الذي نحن بصدد الحديث عنه هو الجذب المادي ولا علاقة له بالجذب الروحي.

أمّا في **الموسوعة العالمية العربية** فجاء مفهوم الجاذبية على النحو التالي: فهو قوة الجذب التي تعمل بين جميع الأجسام بسبب كتلتها، أي كمية المادة المكونة لها، وبسبب هذه القوة فإنّ الأجسام التي على الأرض أو بالقرب منها تنجذب إليها و تسبب قوى الجاذبية الخاصة بالشمس والقمر إحداث المدّ والجزر لمياه المحيطات والبحار على الأرض، وتعمل قوى الجاذبية على أنّ تظل جزيئات الغازات الساخنة في الشمس متقاربة، وتحافظ على مكان كلّ كوكب في مداره حول الشمس، وكل نجم في مداره حول مركز المجرة ويسمي التجاذب الحادث بين الجسم والأجسام الأخرى القريبة منها بقوة الجاذبية [4]. هذا بصفة عامة ما جاء في الموسوعة العالمية العربية فهي تعتبر الجاذبية قوة تحدث بين جميع الأجسام مهما كانت

---

[1]– جميل صليب، **المعجم الفلسفي**، الجزء الأول، دار الكتاب اللبناني، بيروت، لبنان، 1982، ص، 395.

[2]– المرجع السابق ، ص، 395.

[3]– المرجع نفسه، ص، 396.

[4]– **الموسوعة العالمية العربية**، ج8، ط2، مؤسسة أعمال لنشر والتوزيع، الرياض، السعودية، 1999، ص، 110.

نوعها، إضافة إلى ذلك هي أيضا قوة مسؤولة عن أغلب الظواهر الطبيعة كالمدّ والجزر...الخ، ومهما حاولنا أن نحلل هذا التعريف، يبقى في الغالب تعريف وافي وشامل كما جاء في الموسوعة.

أمّا في معجم **lexique de la philosophie naturelle** فقد وردت بمفهوم أنّها القوة المؤثرة على كلّ أشكال المادة، والشكل الذي كان معروفا منذ زمان هو الجاذبية الأرضية التي كانت تسقط عليها جميع الأجسام المادية والعلة المسببة لهذا السقوط هو الجاذبيّة، وتكون هذه الجاذبية ضعيفة بالنسبة للأجسام التي تتحرك ببطء بالنسبة لسرعة الضوء، فالجاذبية تحسب وفقا لقانون **نيوتن** في الجاذبية العامة، أما عن هذا القانون فقد وضعه هذا الأخير سنة 1687 في كتابه **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** ، فكلّ أجزاء المادة ذات كتلتين **MA** و **MB**تتجذب فيما بينهما وفق القوة **F** ويكون اتجاه هذه القوة إلى اليمين، كما تكون هذه القوة متناسبة بضرب كتلتيهما، وعكسيا تكون متناسبة مع مربع المسافة الفاصلة فيما بينهما، ويعبر عن هذه القوة بعامل ثابت هو **G** وهو ثابت الجاذبية العامة وقد قِيس لأول مرة سنة 1798 من طرف **كافنديش**، فالحدث المسجل في قانون نيوتن أنّه أدخل نفس الكتل في قانون الديناميكا أين توجد القوة والتسارع، وما يمكن أنّ نقوله هو أنّ كتلة الجاذبية متساوية مع كتلة العاطلة فالعاطلة والجاذبية هما من نفس الطبيعة[1].

تقريبا كلّ المعاجم تتفق على أنّ الجاذبية هي قوة تؤثر على الأجسام المادية مهما كان نوعها وحجمها والاختلاف الطفيف المسجل بين كلّ التعاريف يرجع إلى طبيعة مفهوم المصطلح في حد ذاته، أمّا فيم يخصّ التعريف الأخير فهو يركز على الجاذبية بالمفهوم النيوتني والتي هي عبارة عن صيغة رياضية وحوصلة كاملة لمفهوم الجاذبية.

[1] - **lexique de la philosophie naturel**, in si. diner@wanadoo.fr, pp, 411. 412.

الجاذبية إذن هي ظاهرة طبيعية بحيث تقوم الأجسام المادية جميعها بجذب بعضها البعض، وهي ظاهرة مسؤولة أيضا عن إعطاء الأجسام ما يعرف بالوزن و الذي يختلف عن الكتلة، فعلى كوكب الأرض–على سبيل المثال– يكون الوزن هو مقدار جذب الأرض للجسم ويعبر عنه بوحدة **نيوتن**، أمّا الكتلة فهي مقدار ما يحتويه الجسم من مادة وأحد خصائص المادة الثلاثة وتقاس بوحدة الغرام، ومع أنّ الوزن يختلف باختلاف الجسم المنسوب إليه تبقي الكتلة ثابتة أينما كان هذا الجسم، فوزن جسم ما–على سبيل المثال– على كوكب الأرض يختلف وزنه على القمر بينما تبقي الكتلة ثابت في هاذين المكانين وأيّ مكان أخر يوضع فيه الجسم[1].

تقوم جميع الأجسام الموجودة في الكون بجذب بعضها البعض وهو ما يؤدي إلى تكوّن المجرات و المدارات في الكون، فالشمس مثلا تقوم بجذب الكواكب التي تدور حولها والتي تقوم بجذب الأقمار أكانت صناعية أم طبيعية، كما أنّ الشمس تدور حول أجسام أخرى بفعل قوة الجاذبية وهكذا، فهي أحد الظواهر الموجودة في الكون والتي تعرف بقوة جاذبيتها الكبيرة والتي تصل إلى حدّ القيام فيهِ بجذب الأشعة الضوئية التي تنتشر بالفضاء فتحرفها هو الثقب الأسود المتكون نتيجة القوة العكسية التي تنشأ من انفجار النجوم فهي مرحلة متقدمة من عمر النجم تحدث بعد موته وانفجاره فينضغط هذا النجم نتيجة لهذه القوة مشكلا كتلة كبيرة ذات حجم صغير وكثافة عالية جدا تؤدي إلى قوة جاذبية كبيرة تجذب جميع الأجسام الموجودة حولها حتى الضوء[2]. من خلال كلّ هذا يظهر أنّنا وقفنا على مفهوم الجاذبية من الناحية اللغويّة والاصطلاحيّة ولكنّها تبقي نظرة تقريبية نظرا لصعوبة ضبط المصطلح هذا من جهة، ومن جهة أخرى لتشعب فروعه.

---

[1] - **Www. Marefa.org. 4/06/2012 / 21 : 10.**

[2] - Ibid, 04/06/2012.

2-1 طاليس وانكسيمندراس:

لقد ارتبط مفهوم الجاذبية عند اليونانيي ن بالحركة، فكانوا أول من حاول فهم حركات الأجسام في العالمين (عالم ما فوق القمر وعالم ما تحت القمر)، ففكرة القوانين غير المرئية والتي يعبر عنها اليوم بقوانين فيزيائية قد بدأت على الأرجح وبشكل غامض مع اليونانيين[1]، وكمحاولة منا لفهم كيفية توظيف اليونانيين مصطلح الجاذبية سنستعين بعينة من النماذج بداية بمدرسة الطبيعيي ن الأوائل مع **طاليس وانكسمندريس** مرورا بالمدرسة الفيثاغورية، والطبيعيين المتأخرين مع **انبذوقليدس وديمقرطيس** وصولا إلى **أفلاطون وأرسطو**.

طاليس Thalies de Milet(627-546 ق.م.)أول فيلسوف نجد عنده هذه الإشارة وهو ما يظهر لنا في الحقيقة من خلال ما أورده **أرسطو** قائلا:<< العالم حافل بالآلهة>>[2]، فما يثبته هذا القول هو أنّ العالم مليء بالنفوس وممزوجة بكّل شيء في هذا الوجود وهذه النفوس هي مبدأ أساسي في حركة الأجسام، ويضرب **أرسطو** مثالا على ذلك منسوبا إلى **طاليس**، وهو أنّ الحجر المغناطيس ي**Pierre magnétique** يملك نفسا أو روحا تجذب الحديد إليها ممّا يدل على أنّ مبدأ الحركة والفعل عنده هي النفس **Esprit**، وهو ما يؤكده **أرسطو** من خلال هذا القول:<< ويبدو أنّ **طاليس** فيما يروي عنه، ذهب إلى أنّ النفس قوة محركة أنّ صح ما يروي عنه من أنّه زعم بأن في حجر المغناطيس نفسا تجذب الحديد>>[3]، فالجاذبية عند طاليس هي النفس وهي القوة المسئولة عن انجذاب الحديد

---

[1]- لويس متز وجيفرسون هين ويقر **، قصة الفيزياء**، ترجمة طاهر هرتربدار و وائل الاتسي، ط 2، دار طلاس، دمشق سوريا، 1999، ص 27.

[2]- أرسطو، **في النفس**، نقله إلى العربية، احمد فؤاد الاهواني وراجعه على اليونانية الأب جورج شحاتة قنواتي، ط 2، دار إحياء الكتب العربية، القاهرة، 1962، ص، 14.

[3]- المصدر السابق، ص، 14.

أمّا **انكسيمندرس Anaximandre (610/611- 547ق،م.)** فقد تناول مفهوم الجاذبية من خلال ردّه أصل العالم إلى مبدأ واحد وهو الابيرون **Apeiron**، وهذا الابيرون يفهم بمعنيين المعنى الأول من حيث الكيف فهو غير معين في عنصر من العناصر الطبيعية **Éléments naturels** الأربعة فهو لا ماء، ولا نار ولا تراب ولا هواء ولكنّه يمكن أنّ يكون أيّ عنصر من العناصر الطبيعية، كما يمكن أنّ يحمل اسم أخر، أما من حيث الكيف فالابيرون غير محدود، أي أنّه ليس محددا ماديا، ولو كان محدود من حيث الكم فكيف نفسر وجود الأشياء بكثرة واختلاف مصادر انبثاقها والقدرة على الخلق المستمر والتجدد فمن البديهي أنّ يكون غير محدود كميا، ومن المحتمل أنّ يكون هذا الأبيرون خليط من الأضداد **Opposés** كالحار والبارد واليابس والرطب وغيرها، بيد أنّ هذه الأضداد كانت في البداية متعادلة غير موجودة بالفعل من حيث هي كذلك ثم انفصلت عن طريق حركة المادة، وبقيت الحركة تفصل بعضها عن بعض وتجمع بعضها مع بعض بمقادير متفاوتة حتى تألفت بهذا الاجتماع والانفصال الأجسام الطبيعية على اختلافها [1]، فالأبيرون عند هذا الأخير في حركة دائمة ومستمرة **Mouvement perpétuel** ولكي يكون في هذه الحركة يجب أنّ تكون هناك قوة محركة **Force motrice** ومن المرجح أنّ تكون هذه القوة ميكانيكية **Force mécanique** أو بالأحرى هي قوة الجاذبية **force gravitationnelle.**

يذهب **انكسيمندرس** أبعد من ذلك إذ يكاد يشير إلى قانون الجاذبية العامة **la loi de la gravitation universelle** لولا أنّه يشبه-على حدّ تعبير **أرسطو**- الأرض المستقرة في مركز العالم برجل يهلك جوعا، لأنّه لا يجد سببا يحمله على الأكل من طبق دون آخر

* الكسمولوجيا: وهي علم دراسة بنية وتطور العالم في شكله العام، ومنذ القدم طرحت الأسئلة التالية، وهي ما بنية العالم؟، وهل العالم موجود حقيقة؟، وهل له نهاية؟

[1]- يوسف كرم، **تاريخ الفلسفة اليونانية**، دط، مؤسسة هنداوي لنشر، مصر، 2012، ص، 28.

من أطباق تحيط بـه على مسافة واحدة [1]. ومن كلّ هذا يظهر أنّ "انكسيمندرس" بنظرته البسيطة استطاع أنّ يقدم لنا مفهوم بسيط للجاذبية انطلاقا من حركة الأبيرون ووجود قوة دائمة تعمل باستمرار ومن المحتمل أنّ تكون جاذبية، ويبقى كلّ هذا مجرد وجهة نظر من خلال ما فهمناه من سياق النصوص التي بحوزتنا.

1-3 ا**لفيثاغورية le Pythagorisme** فنظرتهم إلى الجاذبية ترتبط أيضا بنشأة الكون**cosmologie***، وذلك من خلال قولهم أنّ العالم حادث **monde accident** وهو ما نلخصه من رأي **أرسطو** حيث يقول: << لم يقل واحد من الفلاسفة السابقين بأنّ العالم قديم، بل كلّهم قالوا أنّ العالم حادث، وهذا يدل دلالة قاطعة على أنّ ا **لفيثاغورين** أنفسهم قالوا بأنّ العالم حادث، ولكن السؤال الذي يطرح دائما نفسه هنا، كيف يقولون أنّ العالم حادث، والإجابة: أنّ ما كان سائدا في اعتقادهم هو أنّ بداية العالم كان في وسطه أو في مركزه النار، فعن طريق الانجذاب إلى هذه النار افترقت الأشياء عن اللامحدود واللامحدود عند اليونانيين هو ما يعرف بالفراغ، فنقول حينئذٍ انجذب نحو النار بعض العناصر القريبة إليها، وشيئا فشيئا يتكون العالم>> [2]. إنّ تفسير **الفيثاغورين** للجاذبية يرتبط إلى حدّ بعيد بنشأة الكون، ومصدر قوة هذه الجاذبية هي النار مادامت تحتل المركز **Centre**، والمركز دائما ما يكون مجال هذه الجاذبية، أمّا عن نشأة الكون فقد حدث نتيجة هذه القوة فاجتمعت هذه العناصر فيما بينها وشكلت مادة العالم **Monde matériel**، إذن، يمكن القول بأنّ **الفيثاغورين** عرفوا الجاذبية كمفهوم عام ولكن ليس بالمعنى الذي نعرفه اليوم.

فيمكن استنتاج موقف الطبيعيين المتأخرين من الجاذبية انطلاقا من نظرتهم إلى العلة الأولى لنشأة الكون، لم يحاول **انبذوقليدس** ردّ جميع الأشياء إلى مادة واحدة أولى

---

[2]- المرجع، السابق، ص، 30.

[2]- Aristote، **traite de ciel**، traduise par j-Barthélemy saint-hilaire، libraire de la philosophie lad ranger، paris, 1866. Pp, 2-3.

première matière كما فعل اليونانيين، ولكنّه وضع أربعة مبادئ وهي الماء والتراب والهواء والنار، فكان أول من اعتبر التراب مبدأ وعلة لنشأة الكون بالإضافة إلى العناصر الأخرى المعروفة[1]، و الكثير من يعلل عدم اعتماد التراب كمبدأ أو علة نشأة الكون يرجع بالدرجة الأولى إلى ثقله وكبر حجمه وهو الرأي الذي ذهب إليه **توما الايكوني** وهو ما يظهر من خلال قوله:<< أنّ السبب الذي جعل الفلاسفة الطبعين الأوائل يرفضون التراب كمبدأ أول يرجع إلى شكله وحجمه الكبير>> [2]، غير أنّ تركيب العناصر وفصلها يتضمن حركة الجزيئات وحتى تتجلى إمكانية تفسير ذلك وجب أنّ توجد قوة محركة، فالقوة المحركة إذن هي التي تجمع العناصر مع بعضها البعض.

لقد افترض الفلاسفة اليونانيون أنّ للمادة قوة أو مقدرة مطلوبة للحركة الكامنة في ذاتها، فالهواء عند **انكسمانس** يتحول بفضل قوته الذاتية إلى أنواع المادة الأخرى، لكنّ **انبذوقليدس** يرفض هذا معتقدا أنّ المادة ميتة بلا حياة وبدون حركة من ذاتها [3]، لذلك افترض قوتين متعارضتين يسميهما الحبّ والكراهية، كما قال **الايكوني:** << انبذوقليدس نفسه يضيف إلى العناصر الأربعة الحب والكراهية.>> [4]، فهاتان القوتان يتصورهما كقوتين ماديتين وفيزيقيتين تماما، فالمحبّة هي القوة التي تضم الذرات المتشابهة عند الافتراق، والكراهية هي القوة التي تعمل على تنافر الأشياء ويتقلب كلّ منهما حينها في الدور الواحد

---

[1]- Aristote, **la métaphysique**, tradition j- tricot, édition, les échos du maquis, France, 2014, p, 49.

[2] - Guy de la porte, **physique d'Aristote**, commentaire de thomas d'Aquin tom1, Edition l'harmattan, France, 2008, p, 69.

[3]– ولتر ستيس، **تاريخ الفلسفة اليونانية**، ترجمة مجاهد عبد المنعم، ط 1، دار الثقافة لنشر والتوزيع، القاهرة، مصر 1984، ص 89.

* الذرات: هي جمع ذرة، أصغر جزء من عنصر كيميائي ينتج عن اتحاد الذرات مع بعضها البعض جزيئات ومواد صلبة تحتوي الذرة على نواة ثقيلة مشحونة بكهرباء موجبة وتتكون من البروتونات والنيوترونات. حول النواة توجد إلكترونات مسؤولة عن جميع الخصائص الكيميائية للذرات. نعرف 105 ذرة تحتوي من 1 إلى 105 إلكترون، مرتبة بهذا الترتيب ومصنفة في الجدول الدوري

*Simon diner, **lexique de la philosophie naturel**, op, cit, p 74

[4]- guy de la porte, **physique d'Aristote**, commentaire de thomas d'Aquin, op, cit, p69.

من أدوار العالم إلى أنّ تستقر الغلبة للمحبّة، فتسود الوحدة والسكينة، أو الكراهية فتسود الكثرة المضطربة [1]، يرجع **انبذوقليدس** مفهوم الجاذبية إلى هاتان القوتان وبالضبط إلى المحبة، فالمحبّة هي القوة التي تعمل على جذب العناصر الأربعة إلى بعضها البعض وعن طريق هذا الانجذاب تتشكل مختلف الأجسام الطبيعية، وترتبط نظرته هذه بنشأة الكون.

1-4- **ديمقريطس Démocrite(460-370ق.م)** يرجع العلة الأولى لنشأة الكون إلى مادة تنقسم إلى وحدات أخرى وهذه الوحدات هي الذرات **Atomes***، وهذه الذرات هي المكونات النهائية للمادة ومن خصائصها أنّها لا متناهية العدد ولا ترى بالعين المجردة ويصعب إدراكها بالحواس، والفرق بينها هي مجرد فروق في الكم، كما تختلف أيضا في الحجم –فبعضها ضخم وبعضها ضئيل– وكذلك في الشكل والترتيب فبعضها يقع في الأسفل وبعضها في الأعلى، ومن حيث الموضع تتواجد بعضها في الأمام وبعضها الآخر في الخلف أو في اليمين أوفي اليسار، ومن صفاتها أيضا أنّها صلبة، وإلي جانب ذلك تتحرك باستمرار في جميع الاتّجاهات، وهذه الذرات تجمعت وانفصلت عن بعضها البعض عن طريق حركة الدوامة في الخلاء النهائي **Le vide final**[2]، فالشرط الأساسي الذي وضعه **ديموقريطس** في حركة هذه الذرات هو وجود الفراغ، لأنّ لاشيء يمكنه أنّ يتحرك إلاّ بتوفر مكان خالى يتحرك فيه، لكنّ السؤال الذي يطرح هنا هو كيف تحدث الحركة لهذه الذرات؟ لما كانت كلّ صيرورة ترجع إلى انفصال الذرات وتجمعها فإنّ المطلوب هو قوة محركة، فما هي يا ترى هذه القوة؟ فإذا افترضنا أنّ هذه الذرات لها ثقل إذن سوف يتّضح أصل الحركة والذي يرجع دوما إلى ثقلها الذي يجعلها تسقط دوما عبر المكان اللامتناهى، ولكن عند ديمقريطس ليست لديه أفكار حقيقة عن الجاذبية كما أنّه لم يفهم فكرة عدم وجود

[1]- يوسف كرم، المرجع السابق، ص، 52.

[2]- عبد الرحمان بدوى، **ربيع الفكر اليوناني**، ط3، مكتبة النهضة، مصر، دت، ص ص، 152-153.

الفوق والتحت المطلق، وأنّ الذرات الكبيرة أثقل من الذرات الصغيرة والمادة التي تتكون منها هي نفسها دائما، لذلك فإنّ وزنها هو نفسه ، أيّ وزنها متناسب مع حجمها [1]، فالخطأ الذي ارتكبه **ديمقريطس** هنا هو افتراضه أنّ الأشياء الأثقل تسقط في الفراغ أسرع من الأشياء الخفيفة، بينما الحقيقة تشير إلى سقوطهما بنفس السرعة، لذلك الأثقل يسقط أسرع ويصطدم بالخفيف ويدفع بـه إلى الجانب وإلى الأعلى، ومن هذا التصادم العام للذرات تتكون الدوامة وتجمع الذرات المتشابهة، ومن تجمع الذرات يتكون العالم [2]، فالحركة التي تحدث عنها **ديمقريطس** هي قوة ذاتية في الذرات تحقق انجذاب الذرات لبعضها البعض فتألفت الأجسام واختلافها يرجع إلى اختلاف الذرات، وهو ما يوحي لنا بأنّه تحدث عن الجاذبية بطريقة غير مقصودة أين يظهر ذلك من خلال استخدامه جملة من الإشارات كالقوة المحركة، والمكان الذي تسقط فيه وتتحرك فيه الذرات، إضافة إلى ذلك سرعة السقوط **Vitesse de chute**

1-5 **أفلاطون وأرسطو:** فمساهمته في الطبيعة لم تكن بالشكل الكبير مقارنة بالرياضيات، ولكن هذا لا يمنعنا من استخلاص وجهة نظره إلى الطبيعة وخاصة في محاورة **طيماوس**، أين يتحدث عن نشأة الكون والقوة المتحكمة فيه فهو يتفق مع **انبذوقليدس** في القول أنّ العناصر الأربعة كالماء والتراب و الهواء والنار هي مبادئ تشكل هذا العالم، وهو ما نجده في هذا القول:<<... أنّ لله وضع الماء والهواء بين التراب والنار بنسب متفاوتة...>>[3]، فيؤكد لنا أنّ خلق العالم **Création le monde** يرجع إلى العناصر الأربعة، ثم يبدأ في تفصيل المسألة أكثر فيقول: <<... حيث يخرج من الهواء النار، ومن

[1]- ولتر ستيس، المرجع السابق، ص84.

[2]- المرجع نفسه، ص، 84.

[3]- Platon, **Timée**, traduction par Émile chambrag, édition la bibliothèque de Québec, canada, p, 76.

الهواء يخرج الماء، ومن الماء يخرج التراب>> [1]، ومن هذا القول يشرح لنا كيفية نشأة الكون وذلك باشتقاق كلّ عنصر من عنصر أخر ليصل إلى ما يعرف بالعالم، وهو ما يؤكده إذ يقول:<< وبهذه الطريقة وبهذه العناصر يتكون العالم>> [2]، أما النقطة الثانية التي سوف نحاول أنّ نركز عليها هي طبيعة الأجسام والأساس المعتمد في تقسيمه العالم إلى منطقة سفلية ومنطقة علوية، فيقول:<< بالنسبة لثقيل والخفيف، سوف نتخذهما كأساس لمعرفة ما يسمي بالأسفل والأعلى، كما سوف اشرحهما بكل وضوح>>[3]، فطبيعة الجسم هي التي تحدد المكان والمنطقة التي ينتمي إليها، وبحسبه أيضا أنّ الجسم الثقيل **Corps lourd** يكون مكانه دائما في الأسفل، والجسم الخفيف **Corps léger** يكون مكانه في الأعلى، وانطلاقا من تحديد طبيعة كلّ جسم ومكانه الأصلي يبدأ في تقسيم العالم إلى منطقتين فيقول:<< طبيعيا توجد منطقتان متقابلتان هي التي تقسم العالم>> [4]، ويعلل هذا التقسيم وزن الجسم **poids de corps**، فالجسم الذي تكون كتلته **la masse** كبيرة يتّجه إلى الأسفل، أمّا الجسم الذي تكون كتلته صغيرة فيكون اتّجاهه نحو الأعلى، وهو ما يؤكد عليه في هذا القول:<< ... فالمنطقة الأولى تسمى الأسفل، فتسقط عليها الأجسام ذات الكتل الكبيرة، أما المنطقة الأخرى فهي العلوية، ولا يوجد ما يصعد إليها بالقوة فمن الخطأ الاعتقاد بذلك.>> [5]، فالتوضيح الذي قدمه هنا يؤكد لنا أساس هذا التقسيم لهذا العالم القائم على كتلة الأجسام، فالكتلة هي معيار عند **أفلاطون** لتقسيم العالم، كما نوه إلى غياب قوة متحكمة في الأجسام الخفيفة تدفعها لتحرك إلى الأعلى، وإنّما يكون بناء على رغبتها.

---

[1] - i Platon,**timée**,op, cit, p, 76.
[2]- ibid, p, 76.
[3] - ibid, p, 138.
[4] - bid, p, 138.
[5]- ibid, p, 138

كما يؤكد على أنّ السماء كروية الشكل **ciel sphérique** والسبب الذي جعله يتّجه في هذا الاتجاه هو رؤيته جميع النقاط متساوية المسافة **la distance** بالنسبة للمركز، فما دامت الأرض هي المركز وكروية الشكل، فمن الضروري أنّ تكون السماء كروية الشكل، وهو ما جاء في قوله:<< ففي النهاية السماء كروية الشكل، لأنّ جميع النقاط تكون متساوية بالنسبة للمركز...>> [1]، ويظهر من خلال هذا القول رغبته في إعطاء الطبيعة صبغة رياضية، و ذلك من خلال ربط الرياضيات بها، كما يرفض أنّ يكون الأسفل والأعلى مركزي العالم، وهو ما جاء على لسانه:<< فمن غير العدل القول أنّه من الطبيعي أنّ يكون الأسفل والأعلى مركزي العالم.>> [2]، لأنّه يعتقد أنّ الأسفل والأعلى هما مكانين نحدد بهما فقط طبيعة الأجسام ولا يصلحان أنّ يكونا مركز العالم.

إنّ الغرض من التطرق إلى الطبيعة عند **أفلاطون** هو الوصول إلى مفهوم الجاذبية فيستحيل إدراك الأسس التي قامت عليها الطبيعة عند هذا الأخير دون ذلك، وقبل أنّ نبدأ في الكشف عن هذا المصطلح نقف قليلا عند قوله له:<< لنتخيل أنّ إنسانا متمركز في أيّ منطقة من العالم مخصص لتعين النار أين توجد كتلتها وأين تتجه، ولنفترض أنّه لديه قوة يستطيع بها تجزئة هذه النار، وأنّ يزِنها بعد أنّ يضع هذه الأجزاء في كفة ميزان، وبعد ذلك يدفع النار بقوة في الهواء أي في عنصر طبيعي مختلف، فمن البديهي أنّ الجزء الصغير يندمج مع الجزء الأكبر وبالعنف.>> [3]. يحاول **أفلاطون** أنّ يقرب الفهم إلى المتلقي كيفية انجذاب الأجسام إلى بعضها البعض بتمثّيله على ذلك بالنار كجزء صغير بعد تجزئتها والهواء بالجزء الأكبر، فانجذاب الجزء الصغير من النار نحو الهواء كان بسبب قوة وهذه القوة كامنة في جسم الهواء، إضافة إلى ذلك أنّ الهواء كان أكبر كتلة من النار، وهو ما

---

[1] Platon,**timée**,op, cit- , 138.

[2] - ibid, 138.

[3] - ibid, 139.

يؤكده في قول أخر:<< عندما يتأثر جسمان في الوقت ذاته بنفس القوة، فمن الضروري أن يتنازل الجسم الأصغر بكلّ سهولة، عكس الجزء الأكبر الذي يقاوم ولا يندم ج إلاّ بصعوبة كبيرة>>[1]، فالقوة والكتلة هما اللّتان تحددان العنصر الذي ينجذب إلى الأخر، وهو ما يصل إليه في الأخير بقوله:<< ونقول إذن أنّ الثقيل يكون اتّجاهه نحو الأسفل والخفيف يكون اتّجاهه نحو الأعلى.>>[2]، إذن هذه القوة التي تحدث عنها **أفلاطون** هي ما يعرف بالجاذبيّة وتأثيرها على الأجسام الثقيلة يكون أكثر على الأجسام الخفيفة، لأنّه سبق وقلنا بأنّ الأجسام لا تخضع لأيّ قوة في حركتها نحو الأعلى، عكس الأجسام الثقيلة التي تكون تحت تأثير الجاذبية، وبهذا يمكن أنّ نقول بأنّ **أفلاطون** توصل إلى مفهوم الجاذبية وهو ما اصطلح عليها بالقوة الكامنة في الأجسام.

أمّا **أرسطو**: فقد اهتّم بالمشاكل التي طُرحت على الفكر اليوناني في بدايته الأولى مع الطبيعيين، وهي: أساس المادة **Matière** ومكوناتها ونظام العالم، فمثّل الجواب عن السؤال الأول فيزيائيته، وشكل الجواب الثاني نظامه الفلكي **Système astrologique**، كما لعبت نظرية العناصر الأربعة بالإضافة إلى عنصر الأثير **éther** دورا مهما في نشأة الكون وتقسميه إلى عالمين: عالم ما فوق القمر **le monde céleste** وعالم ما تحت القمر **le monde sublunaire**[3]، وعلّة نشأة عالم ما تحت القمر كانت من تشكل العناصر الأربعة، الماء والتراب والهواء والنار، وهو ما جاء في قوله:<< ولنؤكد على أنّه هناك أربعة أجسام تتشكل من المبادئ الأربعة...هي ما يوجد من بين هذه المبادئ ما يتّجه نحو المركز وهناك ما يبتعد عن المركز، وهذه العناصر الأربعة هي التراب والماء والهواء والنار.>> [4]،

---

[1] - Platon,**timée**,op, cit , p,139.

[2] - ibid, p, 139.

[3] – سالم يفوت، **الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي**، ط1، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء، المغرب، 1989، ص11.

[4]- Aristote, **la météorologie**, traduction j-Barthélemy saint-Hillarie, édition libraire philosophie la drange, paris, 1863, p 112.

فالعالم الأرضي عند **أرسطو** يتشكل من العناصر الأربعة ويتميز بالفوضى **chaos** وعدم الإنتظام **l'immuabilité**. نتيجة التغيرات التي تحدث في العناصر الأربعة، فطبيعة العناصر هي التي جعلت عالم ما تحت القمر في تغير دائم وحركة مستمرة لا نهائية [1]. نميّز في هذا العالم حركة مستقيمة كما يعرفها في هذا القول:<< فالحركة المستقيمة هي التي يكون اتّجاه الجسم فيها إلى الأعلى أو إلى الأسفل، أو هي كلّ ما يبتعد عن المركز، أو التي يكون اتّجاهها نحو المركز>> [2]، فطبيعة كلّ جسم هي التي تحدد مكانه، فالثقيل هو الذي يميل إلى المركز، أمّا الخفيف فيميل إلى الابتعاد عن المركز، وهي في الحقيقة حركة المبادئ الأربعة، فحركتا التراب والماء متّجهتان إلى المركز، في حين تبتعد حركتا الهواء والنار عن المركز، وهو ما يؤكد عليه المعلم في هذا القول:<< ولنفهم بأنّ الثقيل هو كلّ ما يتّجه اتجاها طبيعيا نحو المركز، أما الخفيف فهو كلّ ما يبتعد من المركز>> [3]. وهكذا فإنّ الجاذبية عند **أرسطو** هي قوة طبيعة **Force naturelle** في الأجسام مسؤولة على نزوع الأجسام إلى أمكنتها الطبيعية **les lieus naturelles l** وهي المركز بالنسبة للأجسام الثقيلة، وتتجه فيها الأجسام الخفيفة دائما نحو الأعلى هذا من جهة، ومن جهة أخرى فإنّ سقوط الأجسام على الأرض يختلف من جسم إلى آخر فالثقيل يكون أسرع من الخفيف واختلاف سرعة السقوط من وسط إلى آخر، فالسقوط طبيعة في الأجسام وهو البحث دائما عن المكان الخاص لكلّ جسم بناء على رغبته الذاتية وهو ما يعرف بالجاذبيّة.

أما عالم ما فوق القمر فهو عالم الثبات والنظام والكمال **monde parfait**، لأنّ طبيعة المادة المكونة له مخالفة للمادة التي يتكون منها عالم ما تحت القمر، وهو ما جاء

---

[1]– سالم يفوت، المرجع السابق، ص، 12.

[2]- Aristote, **traite de ciel**, op,cit, p, 147.

[3]- Aristote, **traite de ciel**, op,cit , p, 155.

على لسان أرسطو فيقول:<< فالأثير هو عنصر مخالف للعناصر الأربعة>> [1]، ومرتبته أشرف من مرتبة العالم الأول لأنّ مرتبته إلهية، ولكي يكون في هذه المرتبة يجب عليه محاكاة الآلهة في كلّ شيء من استقرار ونظام وثبات، وهو ما نفهمه من هذا القول:<< فهذا القسم العلوي هو من صنع الله وهو الذي يسمى بالسماء>> [1]، فأمن هذا العالم من صنع لله ومن الطبيعي أن تكون كلّ حركة متصلة بمحرِّك لا يتَحرك، وهو ما يعزز أيضا فرضية أنّ الجاذبية عند أرسطو ترتبط أكثر بعالم ما تحت القمر، كون الأجسام السماوية مرتبطة في حركتها بفعل فاعل، عكس الأجسام التي تتحرك بناءا على رغبتها.

إنّ البحث عن مفهوم الجاذبية عند اليونان أمر في غاية التعقيد نظرا لمحدودية العلم الذي كان في بداية نشأته، وارتباط هذا المصطلح بالتفسيرات الميتافيزيقي ة. لقد حاولنا قدر المستطاع البحث عن هذا المفهوم واستطعنا إلى حدّ ما أنّ نصل إلى مفهوم الجاذبية عند اليونانيين.

2- مفهوم الجاذبية عند المسلمين:

2-1- إخوان الصفا Ikwan El Safaa (938م، 373هـ): لقد اهتم **إخوان الصفا** بالمسائل العلمية، ومن ابرز هذه المسائل نجد قوى الجاذبية بين مختلف الأجرام السماوية وهي في الحقيقية ما يعرف بالجاذبية العامة، كما تكلموا أيضا عن الجاذبية الأرضية، وهو ما يظهر لنا من خلال هذا القول، إذ يقولون :<< وأعلم يا أخي سبب وقوف الأرض في وسط الهواء ففيه أربعة أقاويل؛ منها ما قيل إن سبب وقوفها هو جذب الق مر لها من جميع جهاتها بالسوية فوجب لها الوقوف في الوسط لما تساوت قوة الجذب من جميع الجهات ، ومنها ما قيل: إنَه الدفع بمثل ذلك فوجب لها الوقوف في الوسط لما تساوت قوة الدفع من جميع الجهات، ومنها ما قيل: إنَ سبب وقوفها في الوسط هو جذب المركز لجميع أجزائها

[1]- Aristote, **la métrologie**, op,cit , p, 471.

من جميع الجهات إلى الوسط؛ لأنَه لما كان مركز الأرض مركز الفلك أيضًا وهو مغناطيس الأثقال يعني مركز الأرض وأجزاء الأرض لما كانت كلها ثقيلة؛ و تقف باقي الأجزاء حولها يعني حول النقط؛ يطلب كل جزء منها المركز، فصارت الأرض بجميع أجزائها كرة واحدة بذلك السبب، ولما كانت أجزاء الماء أخف من أجزاء الأرض وقف الماء فوق الأرض، ولما كانت أجزاء الهواء أخف من أجزاء الماء صار الهواء فوق الماء، والنار لما كانت أجز ائها أخف من أجزاء الهواء صارت في العلو مما يلي فلك القمر ، والوجهُ الرابعُ ما قيل في سبب توقف الأرض في وسط الهواء هو خصوصية الموضع اللائق بها >>[2]، وبهذا فهم يرون أنَ الأرض هي مركز الكون وثابة، وهي ما يجعلها معرضة لمختلف أنواع الجذب، وخاصة من الأجسام المحيطة بها ومن كل الجهات، وبفضل موقعها أيضا تكون هي مركز الثقل، وبالتالي يكون تأثيرها كبير على كل ما يحيط بها، كما يذهبون في كثير من الأحيان تبني نظرة **أرسطو** خاصة في مسالة الأمكنة الطبيعية إذا يقولوا:<< وكل جسم في مكانه الخاص ليس بثقيل ولا خفيف؛ لأنَ الثقل والخفَّة يَتعرضان لبعض الأجسام بسبب خروجها من أماكنها الخاصة بها إلى مكان غريب، وإنَما يعرض الثقل والخفة لأجزائها إذا صارت في أماكن غريبة، فإذا منعها مانع وقع التنازع والتدافع، فيسمى ذلك ثقلا، ولكن ما كان متوجِّهًا نحو مركز العالم يُسمَّى ثقيلًا، وما كان متوجهًا نحو المحيط يسمَّى خفيفًا، والدليل على أنَ كل جسم في موضعه ومكانه الخاص به لا خفيف ولا ثقيل هو كون أجزائه في جوف كليته لا ثقيلة ولا خفيفة >>[3]، فهذا القول يذكرنا بما قاله **أرسطو** حول اتجاهات العناصر الأربعة،

---

[1]- Aristote, **la métrologie**, op,cit, p, 472.

1- إخوان الصفاء، **رسائل إخوان الصفاء وخلان الوفاء** ج1، مراجعة: خير الدين الزركلي، دط، مؤسسة هنداوي لنشر، مصر، 2018، ص، 144.

[3]- إخوان الصفا، **رسائل إخوان الصفا وخلان الوفاء ج2**، مراجعة: خير الدين الزر كلي، دط، مؤسسة هنداوي لنشر، مصر، 2018، ص، 40.

أي بمعنى كل عنصر ينتقل إلى المكان المخصص له بناءً على طبيعته، فالثقيل يكون اتجاهه نحو الأسفل، أما الخفيف يكون اتجاهه نحو الأعلى، وهو الموقف الذي يتبنوه أيضا **إخوان الصفا**، ولكي يؤكدوا على ما ذهبوا إليه يدعمون موقفهم هذا بالتجربة فيقولون<< وبيان ذلك بالتجربة والاعتبار، وطريق تجربته أن تَملَأ قربتَيْن، إحداهما من الماء والأخرى من الريح الذي هو الهواء، ثم تطرحهما في بركة ماء، فإنَك ترى القربة التي هي مملوءة من الماء تغوص في جوف الماء، والتي فيها الريح تطفو فوق الماء، فإذا شيلت القربة التي هي مملوءة من الماء لا يوجد لها ثقل ما دامت في الماء؛ لأنَ الماء في الماء ليس بثقيل، وإذا صارتْ فوق الماء أحس بثقلها، وأما القربة التي هي مملوءة من الهواء، فإنها إذا غصت في الماء وُجِد لها مانُع شديد؛ لأنَ الهواء في جوف الماء خفيف، فإذا شيلت إلى الهواء لا يوجد ذلك التمانع؛ لأن الهواء في الهواء ليس بخفيف >>[1]، فهذه التجربة أيضا توضح لنا طريقة عمل **إخوان الصفا** فى استخلاص النتائج والقوانين فى علم الطبيعة، كما تكشف لنا هذه التجربة أيضا اختلاف سرعة سقوط الأجسام من وسط إلى أخر، وهو في الحقيقة ما يؤكد لنا أنهم كان لهم السبق في الحديث عن الجاذبية الأرضية

يمكن القول إذا كان علماء اليونان لهم الفضل فى وضع المبادئ الأولى للجاذبية، فإن **إخوان الصفاء** فى عصر النهضة الإسلامية التي شهدنها وانعكس تأثيرها على العالم الإسلامي كله، الفضل الأكبر في حفظ التراث اليوناني بترجمته ونقله ثم في شرح هذا التراث وإيضاحه وتهذبيه والتعريف به وأخيرا فيما أضافوه إليه من زيادات هامة وابتكارات أصيلة توصلوا إليها بالبحث والتجربة وفق منهج علمي سليم [2]، فهذه الشهادة تؤكد بحق أنَ **إخوان الصفاء** لعبوا دورا أساسيا في تقدم العلوم الطبيعية، وعلى رئسها علم الفيزياء، وقولهم

1- المرجع السابق، ص ص، 40-41.

1- عبد الحميد بوعبية، **الحضارة الإسلامية ج1**، دط، دار الكتب العلمية، بيروت لبنان، 2004، ص، 437.

بالجاذبية العامة أو الجاذبية الأرضية ليس وليد الصدفة، وإنَما جاء نتيجة تطور مناهج البحث العلمي والتجربة أيضا، كما أن دراستهم لبعض المؤلفات اليونانية ساعدهم في كثير من الأحيان على فهم طبيعة الظواهر.

2-2- البيروني Al-Bîrunî (973م- 1048م):

تكلم **البيروني** عن الجاذبية فى كتابه **القانون المسعودي** ، إذ يقول:<< إنَ جذب السماء للأرض من كل النواحي بالسواء، وذلك يبطل بالجزء ومنها المنفصل عنها فإن ما يلحقه من الجذب من جهة الأرض افتر وتجب أن تستلبه السماء إلى نفسها من غير تلك الجهة حتى يطير إليها ولم نشاهد ذلك قط لصخرة، أو مدرة، ولم يشعر بقوة هذا الجذب إنسان ومنها جذب الأجسام لإمساكها مع شدة الاختلاف في نفس الخلاء...>> [1]، وبهذا فهو يؤكد على وجود نوعين من الجاذبية، جاذبية أرضية وهي المسئولة على جذب الأجسام القريبة منها والمحيطة بها، والجاذبية العامة وهي التي تجذب الأرض للسماء، وبتعبير أخر فإنَ كل ما يوجد في مجال أو فى نطاق الأرض ينجذب إلى السماء بحكم حجمها الكبير بما فيها البشر أيضا، فهو يقول أيضا:<< والناس في الأرض منتصبوا القامات على استقامة أقطار الكرة وعليها أيضا نزول الأثقال إلى الأسفل >> [2]، فهنا أيضا يؤكد على مدى صحة ما ذهب إليه في الأول، وهو أنَ سبب تحقق التوازن بين الأرض والناس الذين عليها يعود إلى الجاذبية، وبهذا يصل إلى نتيجة هامة وهي أنَ جميع الأجسام الثقيلة يستقر موضعها في الأرض، نظرا لتحكم الجاذبية الأرضية في هذه الأجسام.

لقد وضع هذا الكتاب من طرف **البيروني** حيث تعرض فيه لعدد كبير من المسائل أهمها: الأسس الفلسفية للرياضيا ت وأسئلة حول الفيزياء، وبشكل خاص في البصريات

---

[1]- البيروني، **القانون المسعودي ج1**، ط1، دائرة المعارف العلمية، حيدر اباد، الهند، 1954، ص، 43.

[2]- البيروني، المرجع السابق، ص، 22.

وأسئلة حول الحركة وإمكانية وجود الخلاء، ومن الملاحظ أنَ مقولة البيروني موجهة بشكل دقيق وواضح ضد النظرة العقلية المحضة **لأرسطو**، التي تمسك بها بشكل متعصب في العديد من كتابته، وفي هذا المخطوط كما هو الحال في بقية المقالات العلمية الأخرى فإنَ البيروني يقف على التجربة شخصيا ليحصل على النتائج [1]، وهذا تأكيد أخر على كل ما توصل إليه البيروني حول الجاذبية، فهو لا يكتفي بشاهدة الظاهرة فقط، وإنَما يقوم بالتجارب عدة مرات، حتى يتحقق منها عمليا، وبعد ذلك يصرح بالنتائج.

كما يسأل **البيروني** في السؤال الثاني للفيزياء، من منا الاثنين على أحق؟ هل الذي يؤكد أنَ الماء والأرض الجسم الثقيل يتحركان إلى مركز الكون، والهواء والنار الجسم الخفيف يتحركان باتجاه معاكس، أو ذلك الذي يقول أنَ جميع العناصر تسعى إلى المركز والأثقل فيها يسبق الأخف؟ [2]، ومن هنا يظهر أنَ كلام **البيروني** موجه إلى **أرسطو** فيما يخص العناصر الأربعة، فبطبيعة الحال أنَ **أرسطو** يرى أنَ سقوط الأجسام يكون حسب طبيعة كل عنصر، فالثقيل يكون اتجاهه نحو الأسفل، والخفيف يكون سقوطه نحو الأعلى، وهو ما يرفضه البيروني ويفترض أنَ جميع الأجسام تسعي إلى المركز.

كما يرى أيضا أنَ الثقالة هي خاصية السعي من كافة الجهات نحو المركز، وعلى هذا الأساس يفسر كروية سطح الماء، وسبب تشوش هذا السطح ناتج عن انعدام التماسك بين ذراته، وبالعلاقة مع بطليموس يقدم **البيروني** أراء مختلفة حول تفسير أنَ الأرض بغض النظر عن ثقلها فإنَها تسبح في الهواء ولا تنحرف [3]، فالجاذبية هي خاصية توجد في جميع الأجسام من دون استثنا ء، ويضرب مثال على ذلك بالماء، إذ يعتقد أنَ سبب تشوه الأسطح

---

[1]– أ.ت. غريغوريان، م.م. روجانسكايا، **الميكانيك والفلك في الشرق وفي العصر الوسيط**، ترجمة: أمين طربوش، دط، الهيئة العامة للكتاب، سوريا، 2010، ص، 149.

[2]– المرجع السابق، ص، 150.

[3]– المرجع نفسه، 150

المائية يعود لتأثير الجاذبية على ذرات الماء، وهو في الحقيقة ما يفسر النظرة العميقة والتحليلية **للبيروني** في موضوع الجاذبية.

ثم إنَ **البيروني** ينكر المفهوم الشائع للعناصر الأربعة فيقول في ذلك أنَ وجود كل عنصر في مكانه الطبيعي أمر غير مؤكد لأنَ المكان الطبيعي للثقل، أي الجهة القاعدية، هو المركز، والمكان الطبيعي للخفة، أي الجهة المرتفعة، هو المحيط، ومع ذلك فإنَ المركز ليس سوي نقطة، وجزء من الأرض لا يمكن أن يتناسب مع المركز بغض النظر عن الحجم الصغير الذي يمكن تخيله له...أما فيما يتعلق بالإطار الخارجي الذي يمكن تصوره منطقة سطح، فهو أيضا غير قادر على الإمساك بأي جسم يكون بإمكان الأجسام الخفيفة الوزن الصعود إليه، ثم إذا سمحنا للماء بالجريان بحرية وأزلنا من أمامه جميع العوائق فإنَه سيصل إلى المركز من غير أدني شك، فليس هناك إذا أي أساس للإدعاء القائل بأنَ المكان الطبيعي للماء هو على سطح الأرض، وينتج عن ذلك انتفاء وجود مكان طبيعي لأي جسم كان[1]، يظهر أيضا من خلال هذا القول أنَ **البيروني** يوجه انتقادا **لأرسطو** فيما يخص طبيعة العناصر وانتقالها إلى أمكنتها الخاصة بها، كونه يرى أنَه ليس طبيعة العنصر هي التي تحدد مكانه، وإنَما يرجع ذلك إلى طبيعة الوسط، لأنَه مهما كان ذلك العنصر فإنَه دائما يسعي إلى المركز.

والى جانب استخدامه للمشاهدة والتجربة فإنَ **البيروني** يلجأ إلى القياس مرات عديدة ويقدر أهمية الأعداد والهندسة تمام التقدير عندما يقول أنَ الحساب من طبع الإنسان، ويصبح قياس أي شيء معروفا إذا ما قارناه بشيء أخر يرقى إلى ذات النوع ومتفق عليه كوحدة قياس، وهكذا يصبح الاختلاف بين أي شيء وبين هذا المقياس أمرا معروفا أيضا،

---

[1]– سيد حسين نصر، **مقدمة إلى العقائد الكونية في الإسلام**، ترجمة: سيف الدين القصر، دط، دار الحوار لنشر والتوزيع جامعة طهران، 1991، 125.

ويستطيع الناس على سبيل المثال تقدير جاذبية الأجسام الثقيلة عن طريق الأوزان[1]، وهذا إن دَل فإنَما يدل على مدي أهمية التجربة العلمية والرياضيات، في منهج **البيروني** للوصول إلى النتائج الدقيقة، وإثبات الجاذبية كان نتيجة لاستخدامه الأسلوب العلمي ولم يكن محض صدفة.

3-2 **الخازاني Al-kha zani (عاش بين القرن 12-13م):**

لقد تكلم **الخازاني** عن الجاذبية وخاصة في الأجسام التي تسقط نحو المركز فيقول:<< الثقل هو القوة التي بها يتحرك الجسم الثقيل إلى مركز العالم، والجسم الثقيل هو الذي يتحرك بقوة ذاتية أبدا إلى مركز العالم فقط، اعني أنَ الثقيل هو الذي له قوة تحركه إلى نقطة المركز>>[2]، ويظهر من هنا أنَ **الخازاني** يعرف لنا ما هي الجاذبة وطبيعتها، كما أنَ الثقل كان يعتبره كمية متغيرة تبعا لموقع الجسم بالنسبة إلى نقطة خاصة يمكن أن تكون مركز الكون، كما يضيف إلى ذلك فيقول:<< الأجسام الثقال مختلفة القوي فمنها ما قوته أعظم وهي الأجسام الكثيفة، ومنها ما قوته أصغر وهي الأجسام الخفيفة، والأجسام المتساوية القوى هي المتساوية الكثافة والسخافة>>[3]، أما هنا فيقوم بتصنيف الأجسام كل حسب طبيعة القوة التي يحملها، ويصل إلى ثلاثة أنواع، منها الكثيف وهو الجسم الذي تكون قوته كبيرة، والجسم الذي يكون صغير القوة، هو الجسم الخفيف، أما الذي يكون متعادل في القوة، فهو الجسم الذي يكون متساوي في الكثافة والخفة، والغرض من هذا التصنيف، هو إيجاد صيغة مناسبة لتعبير عن الجاذبية.

1- سيد حسين نصر، المرجع السابق، ص، 93.

2- عبد الرحمان الخازاني، **ميزان الحكمة**، نقلا عن، احمد عبد الحليم عطية، **دراسات في تاريخ العلوم عند العرب**، دط، دار الثقافة لنشر والتوزيع، القاهرة، 1991، ص، 344.

3- عبد الرحمان الخازاني، **ميزان الحكمة**، نقلا عن، **موسوعة الحضارة العربية الإسلامية**، المجلد الأول، دط، المؤسسة العربية لدراسات والنشر، دب، دت، ص ص، 393- 394.

إنَ هذا التحديد هو أرسطي صرف، والنقطة المهمة هي أنَ الجسم ينجز حركة طبيعيةٍ نحو مكانه الطبيعي الذي هو مركز الكون، وقد اعتمد مفهوم القوة كميل أي كنوع من القدرة للجسم على انجاز عمل ما، والمصطلح بهذا المعنى، مشابه لتعبير اليوناني السكون، وبعدها صاغ **الخازاني** العلاقة بين هذه القوة والخصائص الفيزيائية للجسم الثقيل كالثقل النوعي والحجم والشكل [1]، وهو بالفعل ما كان يقوله فلكي يتحاش الاستعمال التقليدي للمكان الطبيعي والقوة، عبر عن كل هذا بعلاقة فيزيائية، ووصل إلى تحديد جديد لسقوط الأجسام الثقيلة نحو الأرض، أي بمعني انه وصل إلى الجاذبية انطلاقا من ثلاثة خصائص رئسيه للجسم وهي الثقل النوعي والحجم والشكل.

كما يحدد لنا **الخازاني** طبيعة السقوط في كل وسط فيقول:<< إذا تحرك جسم ثقيل في أجسام رطبة فإنَ حركته فيها بحسب رطوباتها فتكون حركته في الجسم الأرطب أسرع، وإذا تحرك في جسم رطب جسمان متساويا الحجم متشابها الشكل مختلفا الكثافة، فإنَ حركة الجسم الاكثف فيه تكون أسرع>> [2]، أي بمعني يتعلق سقوط الأجسام حسب درجة كثافة الوسط، فكلما كان الوسط اقل كثافة، كلما كانت سرعة الجسم منخفضة، وكلما كان الوسط أكثر كثافة كلما زادت درجة السقوط وبسرعة كبيرة، كما أنَ الأجسام الثقيلة هي التي إذا تحركت في جسم واحد من الأجسام الرطبة من نقطة واحدة، كانت حركتها متساوية، اعني أنَها تجوز في أزمنة متساوية مسافات متساوية، والأجسام المختلفة الثقل هي التي إذا تحركت على هذه الصفة، كانت حركاتها مختلفة وأعطت ثقلا أسرعها حركة، فيقول:<< الجسمان المتعادلان في الثقل عند نقطة مفروضة، هما اللذان إذا ضما إلى جسم ثقيل، تكون تلك النقطة مركز ثقله، وصار مركزا ثقلها عن جنبتي تلك النقطة على خط مستقيم

---

[1]– رشدي راشيد، **موسوعة تاريخ العلوم عند العرب ج3**، ط2، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2005، ص، 363.

[2]– عبد الرحمان الخازاني، **ميزان الحكمة**، نقلا عن، **موسوعة الحضارة العربية الإسلامية**، المرجع السابق، ص، 394.

يمر بتلك النقطة، فإنَه لا يتغير وضع ذلك الجسم وتصير تلك النقطة مركز ثقل مجموعها>>[1]، ووفقا **للخازاني** فإنَ واقع ثقل الجسم يتغير تباعا لبعده عن مركز الكون، مرتبط بتغيرات كثافة الفضاء، أي الوسط المحيط بالأرض، فهذه الكثافة تكون قصوى على سطح الأرض وتصبح معدومة على محيط الفضاء، إنَ ثقل الجسم هنا يتخذ مفهوما مشابها للمفهوم الحديث لطاقة الكامنة، وهكذا كان مؤلف كتاب **ميزان الحكمة**، أول من وضع، في تاريخ علم الميكانيكا، الفرضية التي تقول أنَ أثقال الأجسام تتغير تبعا لبعدها عن مركز الأرض، ولم يؤخذ مؤلف من المؤلفات في القرون الوسطي التي نعرفها هذه المسالة بعين الاعتبار[2]، وهذا إن دَل فإنَما يدل على مدى اهتمام المسلمين بصفة عامة، والخازاني بصفة خاصة بالميكانيكا، والأكثر من ذلك، الصياغة والتي كانت بطريقة علمية خالصة بعيدة كل البعد عن كل ما هو ميتافيزيقي.

كما وظف **ابن سينا Ali Al-Hussain Ibn Abdallah Ibn SINA (980م-1037م)** مصطلح الميل الطبيعي ليعبر به عن الجاذبية الأرضية فيقول:<< أنَ الأجسام الموجودة ذوات الميل كالثقيلة والخفيفة، آما الثقيلة فمما يميل إلى فوق فإنَها كلما ازدادت ميلا كان قبولها لتحريك ألقسري أبطا، فإنَ نقل الحجر العظيم الشديد الثقل أو جره ليس كنقل الحجر الصغير القليل الثقل أو جره...>>[3]، فهو يفرق في النص بين الحجر ذو كتلة الكبيرة والأخر ذو الكتلة الصغيرة، كما يشير إلى وجود قوة معيقة هي قوة الاحتكاك المعاكسة لقوة الجر، وقد قصد بالميل هنا بمعنى قوة الجاذبية، ونحن نعلم أنَ الجسم كلما زاد وزنه كلما زادت قوة احتكاكه بالسطح الذي يرتكز عليه، إذا أنَ قوة الاحتكاك تتناسب طرديا مباشرة مع

1- عبد الرحمان الخازاني، **ميزان الحكمة**، نقلا عن، **موسوعة الحضارة العربية الإسلامية**، المرجع السابق، ص، 394.

2- رشدي راشيد، المرجع السابق، ص، 364.

3- محمد علي ابن سينا، **الشفاء**، تحقيق: زايد سعيد، مراجعة: إبراهيم مدكور، دط، مكتبة أية الله العظمي المرعشي النجصي،إيران، دت، 325.

وزن الجسم، وبالتالي فكلما زاد وزن الجسم كلما زادت مقاومته لتحريك بمعنى أنَ القوة اللازمة، لتغلب على قوة الاحتكاك تزيد بزيادة وزن الجسم، هذا هو المعنى الذي ورد في كلام **ابن سينا** وقد ضرب له مثال تحريك الحجر شديد الثقل[1]، فالميل هنا هو القوة الطبيعية المسئولة عن تحريك الأجسام مهما كانت قوتها، كما هو مفهوم يدل دلالة واضحة عن الجاذبية، وبالتالي فإبن سينا كغيره من علماء المسلمين اهتم أيضا بمسألة سقوط الأجسام والعلة المتحكمة فيها، وأيضا لقد ورد لفظ الميل الطبيعي بمعنى القوة الطبيعية فيقول:<< إنَ الجسم إذا وجد على حال غير واجبة من طباعه، فحصوله عليها من الأمور الإمكانية ولعلل جاعلة، ويقبل التبديل فيها من طباعه إلا لمانع، وإذا كانت هذه الحال في الموضع والوضع، أمكن الانتقال عنهما بحسب اعتبار الطبع، فكان فيه ميل>> [2]، ويتابع فيقول:<< كلمان كان الميل الطبيعي اقوي، كان امنع لجسمه عن قبول الميل ألقسري، وكانت الحركة بالميل ألقسري أبطاء وافتر>>[3]، أي بمعنى كلما كانت قوة الجاذبية كبيرة، فهما كانت طبيعة القوى الخارجية الأخرى، فإنها لا تؤثر كما تؤثر قوة الجاذبية علي الأجسام.

لقد أوصل رجال العلم المسلمين الجاذبية إلى مستوى أعلى باستعمالهم مجموعة من الطرق الرياضية، ليس فقط تلك الموروثة عن النظرية القديمة للتناسبات وللتقنيات اللامتناهية في الصغر، بل استخدموا أيضا من ضمن هذه المجموعات طرق الجبر وتقنيات الحساب الدقيقة التي كانت معروفة في عصرهم [4]، لقد كانت الرياضيات حلقة مهمة في تطور الجاذبية عند المسلمين، وذلك بطرق رياضية أكثر ما يقال عنها عصرية، لذلك لا نجد

---

[1]– سائر بصمة جي، **تاريخ علم الميكانيك**، دط، دار الكتب العلمية، بيروت لبنان، 1971، ص، 690.

[2]– محمد علي ابن سينا، المرجع السابق، ص، 320

[3]– المرجع نفسه، ص، 333.

[4]– رشدي راشيد، المرجع السابق، ص، 390.

أي غرابة في القول أنَ المسلمين عرفوا الجاذبية، كما كان يعرفها العلماء الغربيين في العصر الحديث.

2-4- أهم العوامل التي ساعدت في ظهور الجاذبية عند المسلمين:

لم يأخذ المسلمين العلوم التي ورثوها عن طريق الاقتباس، كما أنهم أيضا لم يأخذوا الآلات العلمية ومواد العلم القريب دون مناقشة أو تحقيق، فمنذ البدء أدهشوا العالم بالحرية الموضوعية والشجاعة العلمية [1]، أي بمعنى كل ما توصل إليه علماء المسلمين كان ثمرة عمل وجهد كبير، فالتزامهم بالموضوعية، وابتعادهم عن الذاتية جعلهم قريبين جدا من الأسلوب العلمي الدقيق، وهو أيضا ما سهل عليهم الخوض في جميع العلوم دون تميز، وهو ما يعرف بالشجاعة العلمية عندهم.

كما كانت واقعيتهم العلمية الشديدة تدفعهم دفعا ثابتا إلى القيام بتجارب واختبارا ت شخصية عديدة، ولئن إدراك الإغريق دوما الشمول في نظرة واحدة كاملة، واكتشفوا النظام البديع والترتيب العقلاني في كل الظواهر الطبيعية، فإن المسلمين كان يرون الهدف العلمي الذي من اجله يهيئون أنفسهم بكليتها، ليس في إجراء تحقيق واحد أو عشرات التحقيقات فحسب، بل المئات[2]، إذن يظهر من خلال كل هذا أنَ التحقق من الأشياء، كانت سمة بارزة عند المسلمين، حتى لو تطلب الأمر إعادته مئات المرات، وهذا إن دَل فإنَما يدل على مدي تشبثهم في الوصول إلى النتائج الصحيحة، وتجنب الأخطاء التي تقلل من قيمة أعمالهم، وبحكم تقيدهم بهذه الخطوات العلمية، تمكنوا من معرفة نظام الكون والترتيب العقلاني في كل الظواهر الطبيعية.

---

[1]- زيغريد هونكه، **شمس العرب تسطع علي الغرب**، ترجمة: فاروق بيضون، دار جبل، بيروت، ط8، 1993، ص، 143.

[2]- المرجع السابق، ص، 143.

ومن يتتبع انجازات المسلمين في مجال العلوم الطبيعية سيجد أنهم فطنوا إلى سر تقدم المعرفة بعثورهم على المنهج العلمي التجريبي الذي اصطنعوه أساسا للبحث والتفكير العلمي، فكان هذا أعظم هدية قدمتها الحضارة الإسلامية لتاريخ البشرية كلها، بل إنهم كانوا اسبق من الغربيين المحدثين إلى نقد منطق **أرسطو**، واستطاعوا أن يميزو ا بين طبيعة الظواهر العقلية الخالصة من جهة والظواهر الحسية المادية من جهة أخرى [1]، أي بمعني أن الوسيلة أو الأداة المستخدمة في دراسة هذه الظواهر تختلف حسب طبيعة كل منها، كما فهم المسلمين جيدا، أن سر تقدم العلوم يكمن في تطبيق المنهج العلمي بجميع خطواته، ولعل ابرز مثال على ذلك هو موضوع الجاذبية، فالدراسة الموضوعية لهذا الموضوع تخلوا عن الفكرة الأرسطية التي تقول أنَ سقوط الأجسام نحو الأرض بناءً على طبيعتها، وإنَما اثبتوا بالتجربة والملاحظة العلمية، أنَ العلة المتحكمة في سقوط الأجسام يرجع إلى الجاذبية، لذلك يمكن أن نقول نجاح أبحاثهم في الطبيعة يرجع بالدرجة الأولي إلى تطبيقهم المنهج العلمي التجريبي.

وللكشف عن اهم وانصع صفحات الحضارة الاسلامية التي تمثلت تراث الانسانية السابق عليها يونانيا كان ام رومانيا، هنديا كان ام فارسيا، يهوديا كان ام مسيحيا، اقبلت عليه بعقلانية متحررة وموضوعية قل أن تتكرر، سعت اليه وارسلت البعثات لنقله وترجمته ولم تبخل أي جهد في سبيل ذلك العمل [2]، لقد كان لرحالات والبعثات العلمية، اثره الايجابي في تطور العلوم عند المسلمين، فطبيعة المناخ الذي كان سائدا من حرية عقلية، والتفتح على الغير، كان سبيلا إلى الازدهار والتطور في جل المجلات، وليس فقط في المجال

[1]– احمد فؤاد باشا، **فلسفة العلوم بنظرة إسلامية**، كلية العلوم، القاهرة، ط1، 1984، ص، 99.

[2]– احمد عبد الحليم عطية، المرجع السابق، ص، 274.

العلمي، وهو ما شجع ايضا على حركة النقل والترجمة من الامم الغير مسلمة، وبطبيعة الحال هو ما ادى في نهاية المطاف الى بزوغ الحضارة الاسلامية.

لم يكتفي المسلمين بالنقل والترجمة فقط، بل جهد علمائهم، ونتيجة لمطلبات الواقع الاجتماعي والاقتصادي، في السعي لتلبية احتياجات الحياة للمسلمين من علوم وفلسفات وتكنولوجيا متطورة، ومن هنا ظهر الابداع العلمي والاظافات الحقيقة للعلم [1]، فالاشباع من الناحية الاقتصادية والاجتماعية، جعلت الفرد المسلم يتجه الى البحث في مجالات اخرى، وهو في الحقيقة ما ادى الى ثورة علمية وفلسفية، لم تبلغها الحضارات السابقة عليهم، وموضوع الجاذبية احد اهم المواضيع التي شغلت بالهم.

إنَ اللغة العربية استمرت كلغة علمية في كل مكان، وكانت الى جانبها اللغة الفارسية، ولكن بدرجة ضعيفة لا تذكر، وخلال فترة وجيزة نشأت على أرض الخلافة الإسلامية أعداد من المراكز العلمية، وشيدت المراصد الفلكية في المدن وجهزت المكتبات في القصور والجوامع، وكان للأعمال التجارية الداخلية ضمن حدود الدولة والخارجية أهمية عظيمة في نقل المعارف العلمية [2]، لقد كانت اللغة أحد أهم العوامل التي أدت الى تسهيل عملية التواصل بين مختلف الأعراق التي كانت تحت لواء الدولة الإسلامية، وكان لها ايضا أثر ايجابي في عملية البحث العلمي، وإضافة الى ذلك فالمبادلات التجارية بين الأجناس الاخرى أدى بالضرورة الى إكتشاف طرق علمية جديدة تسهل عليهم عملية البيع والشراء، لذلك كانت حافزا كبيرا لإنشاء المراكز العلمية .

- 3 - الجاذبية في العصر الحديث:

---

[1]- احمد عبد الحليم عطية، المرجع السابق، ص، 275.

[2]- أ.ت. غريغوريان، م.م. روجانسكايا، المرجع السابق، ص، 55.

3-1- **كوبرنيقوس:** غالبا ما يوضع كأحد أهم رموز العلم الحديث بسبب إهمال طرق البحث القديمة، كما ينظر عادة إلى سنة 1543م على أنّها السنة التي نشأ فيها العلم الحديث**Science moderne** إذ فيها نشر **كوبرنيقوس** كتابه **حركة الأفلاك السماوية** ، حيث كان حدثا مهم قلب فيه نظرتنا إلى طبيعة والكون بفضل إتيانه بنظام جديد للفلك يختلف عما كان شائعا من أراء فيزيائية **Physique** وفلكية**Astronomique**، وفي هذا الصدد لابد من التذكير بأنّ الثورة الكوبرنكية اتّسمت بتوجهها لاتّخاذ مظهرين مرتبط ينفي جانبها العلمي: ثورة في علم الفلك وقد أنجزها **كوبرنيك** نفسه فعليا، وأخرى في الفيزياء لم ينجزها، وبقيت بمثابة ما هو مسكوت في تصوره العلمي الحديث، فالثورة التي نشير إليها هنا تتمثل في إشارته إلى أنّ الشمس لا الأرض هي مركز الكون، والقول بهذه الفكرة هو بمثابة مفتاح لحلّ المشاكل التي كان العلم القديم يتخبط فيها [1]، كما استبدل النظرة المتوارثة من **بطليموس** والقائلة بأنّ الأرض هي مركز الكون **Centre d'univers**، والتي كانت مقبولة بشكل نهائي من طرف الأرسطوطالسين **Aristotélisme***، في العصر الوسيط، إذن فالفلك البطليموسي قد سيطر لمدة تقارب قرن ونصف من الزمن لأنّه وضع على أصول رياضية صلبة، وهذه الأصول هي التي جعلتها تنتصر على أيّ أطروحة مخالفة لها [2]، فالاختلاف الذي كان بين أراء **كوبرنيقوس** وسابقه يكمن في تفسيره نظامه الكوني على أسس علمية بعيدا عن التفسيرات الميتافيزيقية.

---

* الارسطوطالسية: تدين بانبعاثها في القرن الثاني لإقبال الناس على المذاهب القديمة، وقد مال المشاءون منذ أن نشر اندرنيقوس مؤلفات أرسطو سنة 50ق.م، إلى طلب المغزى الدقيق لكلام المعلم أكثر مما سعوا إلى تطوير المعرفة حسب منهجه. وبالتالي فالارسطوطالسية هم أتباع وتلاميذ أرسطو جاءوا بعد أرسطو، إميل بريه، **تاريخ الفلسفة**، الجزء الثاني، ترجمة، جورج طرابشي، ط1، دار الطليعة، بيروت، لبنان، 1982، ص، 335.

1- سالم يفوت، **الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي**، ط1، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء المغرب، 1989، ص، 9.

2- سالم يفوت، المرجع السابق، ص، 18.

إنّ مركزية الشمس **Héliocentrisme** هي فكرة كانت سائدة وأول من قال بها هو **ارسطرخوس دوساموس Aristarque de samos (310-320ق،م)**، الذي لا نعرف عنه الشيء الكثير فكلّ ما وصلنا كان عن طريق تلميذه دوستارتو دولوسكس في كتابه **(عن حجم الشمس والقمر وأبعادهما)**، وحسب كاتب الكتاب فإنّ **ارسطرخوس** هو أول من قال أنّ الشمس هي مركز الكون، نظام كتبه في كتابه **الفرضيات**، والذي استشهد به **ارخميدسArchimède(287ق.م-212ق.م)** في كتابه **معالجة الهواء**[1]، حيث يقول:<< أنت تعرف أنّ العالم يسمي من قبل معظم علماء الفلك، المجال الذي يكون مركزه هو نفسه مثل الأرض، ويكون نصف قطره مساويا للخطّ الذي يوضع بين مركز الأرض، ومركز الشمس، **ارسطرخوس** يربط هذه الأشياء لدحضها ونشرها ضدّ الفلكين، وممّا قاله أنّ العالم سيكون أكبر بكثير ممّا قلناه للتو، لأنّه يفترض النجوم والشمس لا تتحرك، وأنّ الأرض تدور حول مركز الشمس، بحيث أنّ محيط الدائرة الذي يفترضه للأرض يكون على مسافة واحدة بالنسبة للنجوم الثابتة حيث يقع وسط الكرة السطح>> [2]، فمن خلال هذا يتّضح أهمّ البراهين التي استخدمها **ارسطرخوس** لإثبات أنّ الشمس لا الأرض هي مركز الكون، وهذا إنَ دل فإنَما يدل على مدى أهمية البحث التجريبي عند هذا الأخير.

رغم الرأي السائد بسكونية الأرض والسماء تدور حولها، فإنّ عدد قليل من الأفراد لم يكونوا مقتنعين بصحة هذه النظرية القائلة بمركزية الشمس، ففرضية أنّ الأرض تصف مدارا دائريا**Orbite circulaire** حول الشمس ودوران الأرض حول محورها **Axe*** في الحقيقة

1- Arnaud diner, **Hervé Guillemin, la mathématisation et la mécanisation du monde**, séminaire du chse(sciences, technique, politique(15-18), siècle Lille 1 UFR de physique, 2012, p, 5.

2- Archimède, **traite sur l'arénaire** cite par Josèphe Bertrand**, les fondateurs de l'astronomie moderne**, libraire, j-Hegel, paris, 1865, p, 15

. * المحور: إذا أدرت القطبين على دورة فأكثر وفرضنا أن عليهما نقاطا متوازية فان النقط ترسم على سطحها دوائر متوازية، إلا نقطتان وهما قطبها والقطر الواصل بين القطبين ويسمي محور الكرة وهو ما مر بمركز جميع تلك الدوائر. أبو أيمن خليل عبد اللطيف الكير وفري، **موسوعة الأفلاك والأوقات**، ط3، كتاب ناشرون، بيروت لبنان، 2010، ص، 33.

يشتبك مع المفهوم الديني والفيزيائي لليونانيي ن القدماء والمفكرين وهو ما يفسر عدم نجاح هذه الأفكار انطلاقا من سببين متعلقين بالمخططين، في المخطط الثوري: لاقت فكرة الأرض تدور حول الشمس (مركزية الشمس) استخفافا كبيرا من الخصوم، أمّا في المخطط التقني فالمفكرون القدماء والوسطين لا يدرجون دوران الأرض حول نفسها وحول الشمس لأنّها غير متكافئة مع الظواهر المشاهدة **Phénomènes observés**[1]، إذن فعدم نجاح نظرية **ارسطرخوس** عائد إلى عدم استقامتها مع التجارب اليومية.

أما **بطليموس Claude Ptolémée (حوالي87م-150م)****، فيقوم نظامه على نظام **أرسطو** مع محاولة ترميمه وجعله أكثر مرونة وتماثُلا مع الوقائع، لذا أدّت كثرة الإضافات التي ادخلها على نظام **أرسطو** إلى تعقيد بالغ [2]، **فبطليموس** من خلال تعديلاته لنظام **أرسطو** أراد أن يضفي عليه البساطة، ولكن البساطة التي تغنى بها –في حقيقة الأمر– جعلت الأمر يزداد تعقيدا وجعلت الفلك غير متماثلٍ مع التجارب اليومية.

تصوّر **أرسطو** أنّ الأرض موجودة في مركز الكون، أيّ أنّ المدارات **orbites** التي ترسمها الكواكب حولها دوائر **cercles** منتظمة لا تتوقف فيها ولا تتراجع، علاوة على ذلك فظاهرة التوقفات والتراجعات التي لاحظها الفلكيون على سلوك الأجرام السماوية **les objets céleste**. لوحظ أيضا أنّ الكواكب في دورانها حول الأرض لا تسير بسرعة كبيرة وثابتة وهذا يعني أنّ الأرض لا توجد في مركز الكون بالضبط، لذلك اقترح **بطليموس** دوائر الإسناد وأفلاك التدوير معتقدا أنّ الكواكب تبدو متوقفة عن الحركة أو متراجعة، لأنّها في دورانها حول الأرض تقطع مدارا دائريا **Orbite circulaire** كبيرا هو دائرة الإسناد لكنها لا تقطعها بحركة مستقيمة **Mouvement droit** متواصلة أو بحركة

1- Arnaud diner, **Hervé Guillemin, la mathématisation et la mécanisation du monde**, op, cit, p, 05.

[2]– سالم يفوت، **ابيستمولوجيا العلم الحديث**، ط2، دار توبقال، المغرب، 2008، ص، 14.

لولبية**Mouvement spirale** راسما بذلك دوائر صغرى متّصلة الحلقات تلتقي بدايتها بنهايتها، مكونة في مجموعها دائرة الإسناد أو المدار الفلكي **Orbite astronomique**، أطلق عليها اسم أفلاك التدوير **Épisodes de circulation**[1]، ففلك التدوير هو الذي يسمح بوصف مسارات نجميه **étoiles** غير منتظمة، أي أنّه ليس دوائر بشكل كامل، كما أنّ المسافة بين الكواكب والأرض ليست ثابتة وبالتالي لا يمكن اختزال حركة النجوم**Mouvement des étoiles** في دوران دائري مثالي، ويؤدي فلك التدوير دورا مهمّا في تركيب عدة دوائر معالجا المشكل على المستوى الرياضي والهندسي، كمّا يسمح بتمثيل مسارات الأجسام السماوية وإثبات وضعيتها في السماء، ولكن بأخذ عين الاعتبار جميع المسافات للحركات الدائرية الغير منتظمة مع مركز الأرض.

لكن هناك سؤال وجب طرحه وهو ما هو مصدر صعوبة نظام **بطليموس Système de Ptolémée؟**، إنّ الإجابة على هذا النوع من الأسئلة يتطلب منا المعرفة الكافية والوقوف الجيد على مثل هذه المسائل وإدراك جميع جوانبها خصوصا وأنّ الكثير يجمع على أنّ تعقيد نظام **بطليموس** يرجع أولا إلى عدم ظهور بعد الهندسة التحليلية، إضافة إلى ذلك أكدّ التقليد السائد والمنحدر من **أفلاطون وأرسطو** أنّ حركة الأجرام السماوية تُفسر بحركتها الطبيعية**Mouvement naturel**أي الدائرية، لأنّ تلك الأجرام أزلية لا بداية لحركتها ولا نهاية لها[2]، فالتفسير الفلسفي والمتمثل في الجزم بأنّ السماء عالم أزلي غير قابل للتغير، ويضاف إليه التفسير العلمي **l'explication scientifique**، الذي يكمن في الرياضيات هو ما أدى إلى صعوبة فهم الفلك البطليموسي، ولكنّ هذه الصعوبة لم تكن تذهب بالعلماء إلى حدّ النفور منه، بل كانوا يرحبون بهذا النوع من المعرفة أي الجمع بين الفلسفة والفيزياء.

---

[1]- سالم يفوت، المرجع السابق، ص، 15.

[2]- المرجع نفسه، ص 20.

يمسّ أول سؤال يمكن طرحه تطويرات **كوبرنيقوس**، فمن كان يحرضه على الإشهار بمعارفه مع كل المخاطر التي تحيط بي هفي مهاجمته الكسمولوجيا الارثدوكسية **Cosmologie orthodoxe؟**، يكون الجواب الأول عاما متعلقا باستيائه الناتج عمّا سببته له هذه الكسمولوجيا، ونتيجة أخري نتيجة لضعف الانتقادات التي وجهها السكولائين**scolastiques** *، مابين القرن 13 والقرن 15 فهي نفس الدغمائية **Dogmatisme****، التي تدافع عن استحالة وجود علة، ولنكون واضحين فإنّ أسباب **كوبرنيقوس** ليست أسباب علمية فقط[1]، بيد أنّ هذا لا يعني استعداد **كوبرنيقوس** التام للتخلي كلية عن نظام **بطليموس**، فقد اعتقد مثله بأنّ الكواكب تتحرك في مدارا ت دائرية حول الشمس، << بل إن **كوبرنيقوس** رأى أنّ نظام **بطليموس** لم يكتمل اكتمالا كافيا، وأنّه لا يقنع العقل كلّ القناعة، لأنّ **بطليموس** انطلق من التصورات الفيثاغورية المسبقة بكل حرفيتها>>[1]، فمن خلال هذا القول يتّضح أنّ الاعتقاد الذي كان سائدا عند الفلكين أنّهم كان يولون أهمية كبيرة لشرح حركة الكواكب داخل نظام مركزية الأرض، و لم يهتموا بأيّ تفسير يناقض الرأي الشائع.

لقد كان **كوبرنيقوس** على معرفة مسبقة بالأنظمة الكونية القديمة كنظام **بطليموس** معرفة كاملة ما جعله يرفضها بسبب تعقدها على نحو غير ضروري، وعدم اكتمالها حسب وجهة نظره، فيقول:<< إنّهم في وضع يتوجب عليهم فيه إمّا حذف شيء أساسي، وإمّا أن

*السكولائين: مجموعة من الأنشطة الفلسفية في العصور الوسطى والتي على الرغم من طابعها اللاهوتي طورت موقفًا عقلانيًا حول المشكلات الشكلية والمنطقية ، غالبًا ما تكون مستوحاة من التعارض بين الأفلاطونية والأرسطية . Simon diner, lexique de la philosophie naturel, op, cit, p, 846.

**الدغمائية: أو وثوقية، قديما كل فلسفة تقرر الحقائق، ومنذ كانط غالبا ما استعملت الكلمة في معني عامي، فلم تعود تتعارض مع الريبية، بل مع النقدية. أندرى لالاند، موسوعة الفلسفة، المجلد الأول، ترجمة احمد خليل احمد، ط1، منشورات عويدات، بيروت لبنان، 2001، ص، 296.

[1] - Armand diner, Hervé Guillemin**, la mathématisation et la mécanisation du monde**, op, cit., p, 6.

يسلموا بشيء دخيل لا علاقة له بالأمر كليا>> [2]، فتعقيد دوائر الأفلاك التي اعتمد عليها **بطليموس** لكي يفسر بها حركة الشمس والقمر كانت تنسب إلى هذه الأجرام، فلو وردت للأرض حركتها الحقيقة لأصبحت حركة القمر والشمس والكواكب بسيطة للغاية، وقد رأى أنّه لو وضعت الشمس في مركز المنظومة الشمسية **Système solaire**، ودوران الأرض حول محورها الخاص لتحركت الشمس هي وبقية الكواكب [3]، ومن خلال كلّ هذا يظهر أنّ دوائر تدوير البطليموسي يمكن أن تزاح جانبا ويكتسب النظام الشمسي تناظرا وتوافقا جميلا بالنسبة إلى الشمس لا نجده في النظام البطليموسي، وبتعبير آخر فالشيء الذي ساهم في تحرير فلك التدوير هو تسهيل التفسير نسبيا، بالإضافة إلى ذلك فإنّ تحريك الأرض وتدويرها حول الشمس جعل مطابقة بيانات المراقبة والنظرية ممكنة، بشكل أفضل، فالنتائج التي توصل إليها **كوبرنيقوس** بالغة الأهمية العلمية والفلسفية، كما تمثل بعضا من التقدم العلمي، دون أن ننسى بأن **كوبرنيقوس** نفسه قد اطّلع على أعمال سابقيه من الفلكيين القدماء فكان عرضه برؤية مختلفة للعالم عن كل من **ارسطرخوس وبطليموس** اللذين سبقا وتحدثنا عنهما، ويجب أن نلاحظ أيضا أنّ المراجع الرئيسي ة المهمّة في ذلك **كأفلاطون والفيثاغورين** لأنّهما عامل مهمّ في تكوين الفلك الكوبرنيكي، حسب رأي **الكسندر كويري:**<<فعندما نتابع **أفلاطون والفيثاغورين** أكثر الشخصيات في المرحلة اللاهوتية، اللذين كانوا يفكرو ا من أجل تحديد علة الظواهر، فالحركة الدورانية سيكون توزيعها على الأرض الدائرية>> [1]، وأكثر من ذلك فتأثير المفكرين اليونانيي ن كان مدمجا بشكل رائع عند **كوبرنيقوس**، والفلك الكوبرنيكي يحمل جوانب ثورية ولكنّه لم يتحرر كلية من النظرة

---

[1]- نيكولا كوبرنيقوس، **حركة الأفلاك الجديدة**، نقلا عن كتاب **قصة الفيزياء**، مرجع سابق، ص، 39.

[2]- المرجع السابق، 39.

[3]- لويس متر وجيفرسون همين، المرجع السابق، ص، 39.

الارسطوطالسية للكون، وخاصة في بنيته الهرمية كما لم يتخلص نهائيا من الفكرة المسيطرة في العصر الوسيط من التميز بين مختلف الأمكنة في العالم، ففي مفهوم **أرسطو** نجد تمييزا بين الأرض التي هي عالم التغير والفساد، والعالم السماوي عالم النظام والثبات وهي الفكرة الهرمية التي احتفظ بها **كوبرنيقوس** جاعلا إياها أكثر اتساقا حيث وضع الأرض كجسم يتحرك حول الشمس [2]، فعلى الرغم من إعادة اكتشاف العناصر الهرمية، بقي الفلك الكوبرنيكي محتفظا بفكرة اختلاف الأمكنة الطبيعية في العالم، كما نجد اختلاف آخر في القوانين الفيزيائية، فمحدودية الفلك الكوبرنيكي تتعلق بمحدودية العالم لذلك فهو عالم محدود ومتناهي بسبب كروية الكواكب الثابتة.خلقت إعادة اكتشاف مركزية الشمس ووضع حركة الأرض مرحلة جديدة في تاريخ العلم، وهذا ما يسمح باكتشاف أيضا نقاط ضعف التحليل الكوبرنيكي.

3-2- **جيرا ند و برنو Giordano Bruno (1548-1600م):** مفكر ظهر في نهاية القرن 16 ومات حرقا من طرف محاكم التفتيش في سنة 1600م، لأنّه حقق قفزة نوعية في علم الفلك أفضل من **كوبرنيقوس**، وكان يتّسم بحدسه اللامع في لانهائية العالم **Monde infini**، وفي هذا الصعيد أكد **برونو** نظرية مركزية الشمس الكوبرنيقية وأضاف إليها فكرتي: لانهائية العالم وتعدد العوالم **La pluralité des mondes**، فلم يعد الكون محدودا**Univers fini** كما قال **أرسطو**، إذ هناك عوالم متعددة وتتمركز الشمس في وسط عالمنا الخاص بنا، فلم يعد عالمنا الوحيد في هذا الكون [1]، كما يؤكد **برونو** أنّ العالم غير محدود ولا نهائي في اتّساعه، وأنّ الشمس هي مجرد نجم صغير فهناك منظومات كوكبية **Systèmes planétaires**أخرى، أما تفرد الجنس البشري بعناية الربّ له والخبرات

---

[1]- Alexandre Koyré, **la révolution astronomique, Copernic , Kepler, Borelli**, édition Herman, paris, 1961, p, 47.

[2]- Armand diner**, Hervé Guillemin, la mathématisation et la mécanisation du monde**, op,cit. p, 6.

الممارسة فقد أصبحت مفقودة [2]، يبدو أنّ **برونو** يتحدث ويعالج مشكلة لانهائية العالم، فقد اتّخذهبصيغة مساوية للفراغ الذي كان مرفوض من طرف **أرسطو** وعلى تقسمه للعالم الذي يرفضه.

لكن يجب الإشارة على الأقل إلى رفض **برونو** الكلي لما تبقى من الأرسطية عند **كوبرنيك** في تصوره للحركة، فجواب **كوبرنيقوس** على الاعتراض الفيزيائ ي لقوة الطرد المركزي**Force centrifuge** على دوران الأرض لم يعد جواب مرض إلى حدٍّ ما، نظرا لأنّه يتّجه نحو فكرة مشاركة الأجسام في حركة الأرض [3]، استبدل **برونو** هذا التفسير الميتافيزيقي بالتفسير الفيزيائي والميكانيكي الذي يتضمن إهمال المفهوم الأرسطي للحركة، كما كتب كوايرى يقول:<< ... إنها ليست مجرد مسألة ومشكلة علمية، بل إنّها مشكلة فلسفية...>>[4]، همّ **برونو** إلى الدفاع عن علم الفلك الكوبرنيكي باستحالة حركة الأرض، لذلك نجده يجادل **أرسطو** في ذلك إذ يرى أنّ الغيوم والطيور وكلّ شيء سيبقى خلف الأرض المتحركة وأنّ الحجر الذي يتم رميه عموديا لن يعود إلى حيث تم إطلاقه [5]. ومن كل هذا يظهر أنّ **برونو** يريد حلّ هذه المسالة أيضا فلسفيا وذلك من خلال إثبات ذلك بالمناقشة والجدل ودعم ذلك بالحجة العقلية.

---

[1]–أيوب أبودية، **علماء النهضة الأوربية**، ط1، دار الفارابي، لبنان، 2011، ص، 89.

[2]– نثيان سبيلبرج، وبريون أندرسون، **أفكار سبعة هزت العالم**، ترجمة عبد الله ألسماحي وفتح الله الشيخ، ط1، مصر، 2010، ص، 51.

[3]- Aranud diner, Hervé Guillemin, **la mathématisation et la mécanisation du monde**, op,cit. p, 7.

[4]- Alexandre Koyré, **étudie galiléennes**, Herman, paris, p 171.

[5] - ibid. p, 7.

يستخدم **برونو** حججا لإقناعنا بأنّ الأرض هي التي تتحرك فيقول:<< كلّ الأشياء التي توجد على الأرض تتحرك مع الأرض>> [1]، فهو يناقض **أرسطو** في قضيّة إنكار حركة الأرض، فلا يكمن أن تحدث إلا إذا كان أصل الحجر مثلا الذي نلقي ب هفي الهواء خارج عن الأرض، ويقول أيضا:<< إذا كان من مكان خارج الأرض قد القي شيء في الأرض، نتيجة لحركة الأرض فمن شأنه أن يفقد الاستقامة كما يظهر من السفينة، فعندما ينزل هذا الأخير في النهر، ويكون شخص ما على حافة النهر يرمى حجرا في اتجاه السفينة، سيفقد هدفه، لأنه لا يتناسب مع سرعة السفينة، لذلك يجب أن يكون الحجر أو جسم السفينة في خط مستقيم، و بالمثل فإذا قام شخص ما في سفينة بإلقاء الحجر في خط مستقيم وفي اتجاه البخار، فإنَ الحجر سوف يعود إلى نفس النقطة بالرغم من تحرك السفينة شريطة أن لا تكون تعاني من التذبذبات>> [2]، فتفسير **برونو** واضح تماما كما يسجل اختلاف مع **أرسطو وكوبرنيقوس**، كما يرفض حجة **أرسطو** بمشاركة الأجسام في الحركة الطبيعية، فبالنسبة له فالأجسام تشارك في حركة الأرض لأنها جزء منها والنتيج ة الأساسية التي نستنتجها هي أن كلما وجدت الحركة الطبيعية وجدت الحركة العنيفة **Mouvement violent**، كما توجد أيضا الحركات القصيرة**Mouvements courts**، لقد استبدل **برنو** النظرة الميتافزيقة **لأرسطو** بالنظرة الفيزيائية والميكانيكية، كما شك أيضا في حركة الأرض ومركزها والتميز بين العالم الأرضي والعالم السماوي، كما رأينا أيضا انه يرفض نهائية العالم ووحدته.

كخطوة أخري مهمة يتم مقارنته مع **كوبرنيقوس** وهي أن الشمس لا ارض هي مركز الكون، كما يوجد عنده عوالم متعددة، فقد نقل الرؤية الميتافيزيقي ة إلى رؤية فيزيائية وميكانيكية أدق، بل أكثر من ذلك إلى رؤية هندسية للمكان **Géométrique du lieu**،

[1]- Alexandre Koyré, étudie galiléenne, op, cit p, 173

[2] - Alexandre Koyré, **étudie galiléenne**, op, cit p. p, 174.

كما كان أيضا معارضا للاستحالة فيزياء الفراغ **L'impossibilité du vide**، كما قال كوبري:<< نحن مرتبكون من جرأة وتطرف فكر **برونو**، الذي قام بعمل ثوري حقيقي لصورة العالم القديمة وللحقيقة الفيزيائية>>[1]، فنفهم من هنا أن العالم القديم يتميز بالنهاية والتصنيف والحركة الطبيعية والحركة العنيفة وغياب الفراغ، فيأتي عالم لا متناهي وغير موحد.

مما سبق يظهر أنَ عمل **برونو** كان مدهشا للغاية، ولكنه ليس كامل بل ينقصه عنصر مهم وضروري وهو أنَه لا توجد فيه نظرة واضحة للحركة **فبرونو** أعطي لنا صورة مرضية للعالم وحركة الكواكب والنجوم والأجسام ولكن لم يعطي لنا تفسير حقيقي للحركة، فهو الذي قال لنا أنَ العالم تحكمه قوانين فيزيائية وميكانيكيةة، ولم يقل لنا عن أي فيزياء أو ميكانيكا التي يجب نقرئها أو بتعبير أخر لم يقترح علينا فيزياء أو ميكانيكا في أعلى مستوى من نظامه، و من جهة أخري هناك تساؤل طرح على **برونو** وهو: ما هي أسباب محدودية نظامه، و لماذا لم يستطيع اكتشاف فيزياء على أعلى مستوي ترتقي إلى مفهوم الكون الذي أسسه على حجة واحدة كما حدث في الفيزياء الحديثة؟، الجواب هو أنَ **برونو** كان مختلف عن **كوبرنيقوس** لأنَه لم يكن يشعر بالحاجة إلى استخدام الرياضيات، ولكن على نطاق واسع نجده يستشهد بالفلاسفة القبل سقراطيي ن*، **وأفلاطون** الافلاطونين **، والابيقورين***، من اجل تفكيك الفيزياء والميتافيزيقيةِ الأرسطية[2].

---

[1]- Alexandre Koyré, **étudie galiléenne**, op, cit, p, 181.

*الفلاسفة قبل السقراطيين: هي مدراس الطبيعيين الأوائل والفلاسفة الذين أتوا قبل سقراط، زكي نجيب محمود وامين محمود، قصة الفلسفة، دط، هنداوي لنشر، دب، 2017، ص، من 22 إلى 82.

** الافلاطونين: أو الأفلاطونية المحدثة، فيختلف مؤرخ الفلسفة في عد الأفلاطونية فلسفة يونانية، أو فلسفة القرون الوسطي ولكل وجهة نظر، فالذين لا يعدونها فلسفة يونانية يستندون إلى البعد الزمني بين العهدين، ولان مؤسسها هو أفلوطين، وهي وليدة المسيحية، زكي نجيب محمود وأمين محمود، المرجع نفسه، ص، 197.

** الابيقورين: مدرسة فلسفية تدين إلى ناشئتها لابيقور ما بين القرن الثاني والثالث، ق.م، ومنه اخذ اسم المدرسة، إميل بريه، تاريخ الفلسفة، مرجع سابق، ص، 93. .

[2]- Armand diner et Hervé Guillemin, **la mathématisation et la mécanisation du monde**, op, cit, p, 8.

3-3- **يوهانس كبلر** ، يعتبر كأحد أهم الوجوه البارزة في ميكانيكا القرن 17م، فعلى الرغم من خلافه مع **برونو** نتيجة تأثره **بتيكو براها** وثانيا إتباعه بعض عناصر من الفلك البطلمي وهي القضايا الرياضية الملاحظة، فإنَه سيدافع عن فكرة أنَ الكون كله تحكمه قوانين رياضية بحتة، وعلى طوال حياته كان **كبلر** رجلا عميق التدين، وتحتوي كتابته جميعا على إشارات كثيرة إلى لله، لأن الإنسان مخلوق أصلا على صورة لله، قادر على فهم ما خلقه وأكثر من ذلك، أمن **كبلر** أنَ لله قام بخلق الكون، وفقا لخطة رياضية، هذا الإيمان نجده أيضا في الطريقة الآمنة من اجل الوصول إلى حقيقة العالم [1]، وكتب يقول:<< فعندما ندرس الأجسام الخمسة المنتظمة بداية من **الفيثاغورين** إلى **أفلاطون** فالفكرة هنا هي أنَ جميع الأجسام شكلت النموذج الذي خلقه لله للعالم، وأنَ المسافات بين الكواكب والشمس يجب أن تكون متماثلة ويستحيل أن يقتبس واحد من الأخر، فهذه الأجسام هي فكرة نوعية **لكبلر** كما أنَ النظام والتناغم في بنية العالم بإضفاء الطابع الهندسي عليه>> [2]، مما سبق يظهر لنا أنَ تأثير **أفلاطون والفيثاغورين** في **كبلر** أمر واضح طالما أنَه قبل الرياضيات كإستراتجية من اجل فهم الكون بالإضافة إلى ذلك كان **كبلر** بشكل دائم يعيد شكره لله على منحه الإلهام والرؤية من اجل فهم أسرار الكون.

لقد اكتشف الفلكي الألماني **يوهانس كبلر** القوانين التي تحكم الحركة الاهليليجية لدوران الكواكب في الفضاء حول الشمس مستفيدا من الحسابات التي سبقه إليها الفلكي الدنمركي **تيكو براهه TYCHO BRAHE**(1546-1601م)*، وكان براهه قد توصل إلى جميع كافة معلوماته وأجرى قياساتهلدراسة السماء باستعمال العين المجردة لا غير أنَ التليسكوب لم يكن قد اخترع بعد ولم يكن ما أقحم فيه **كبلر** نفسه سهلا أبدا، فمن اجل أن يتوصل إلى

[1]- همام بيطار، **يوهانس كبلر**، ناسا بالعربي، مجلة اليكترونية، رقم 2057، يوم 2016/01/17، ص ص، 1و2.

1- Josèphe Bertrand, **les fondateurs de l'astronomie moderne**, op, cit, p, 121.

قوانينه، كان عليه أن يخطو خطوة لم تكن بالممكنة أبدا لغيره، وذلك برفضه الدوائر المثالية التي كان من المعتقد والي ذلك الزمان أنَها تمثل الكون اشمله فضلا عن كونها من الأشكال المثالية لتفسير حركة الكواكب في مدراتها [1]، فانطلاقا من أعمال **تيكو براهة** وقياساته الدقيقة إضافة إلى رفض أفلاك التدوير بنى **كبلر** قوانينه الثلاثة في حركة الكواكب والأجرام السماوية وأسس للعلم الفلك بالمعنى الدقيق، أما قانونه الأول ينص على أنَ:<< كل الكواكب تتحرك في مدارات اهليليجية حول الشمس والشمس تقع في احدي بؤرتيه>> [2]، ويعبر عن هذا القانون رياضيا كمايلي: $\mathbf{raphilion= a(1+e),\ raphilion= a(1-e)}$، حيث **raphilion** : المسافة الفاصلة بين الشمس وابعد نقطة يمكن أن يصل إليها الكوكب المعني في مداره الإهليليجي **orbite elliptique** حولها، و **a** يمثل المسافة الفاصلة بين بؤرة المدار الإهليليجي وابعد نقطة يمكن أن يصل إليها الجرم في مداره وتساوى نصف المسافة التي يمثلها طول المحور الكامل في بؤرة الإهليليج وطرفاه يمسان ابعد نقطتين على مداره، و تمثل **e**مقدار زيغ **Aberration**المدار الإهليليجي ويعرف الزيغ بأنه مقدار مسافة الاستطالة الزائدة**Allongement excessif** للإهليليج مقارنة بالدائرة، علما أنَ مقدار زيغ أي دائرة يبلغ صفرا دائما، ويمثل الواحد الزخم الزاوي **Moment angulaire** النوعي للجرم السماوي ويعني الزخم لوحدة الكتلة، ويزداد الزخم الزاوي لجسم دوار مع زيادة إزاحته الزاوية**Angle de décalage** [3]، ومن هذا القانون نستنتج أنَ الكواكب في المدار الإهليليجي هو في بعض الأحيان قريب من الشمس، وفي بعض الأحيان بعيد عنها.

---

[1]– كلفورد ا، بكفور، **رواد المعرفة عبر قرون من ارخميدس إلى هاوكينغ**، ترجمة إيمان نوري الخيالي، ج1، دط، مكتبة الملك فهد، الرياض، السعودية، 2011، ص، 144.

[2]– نيثان سبيلرج وبرايون أندرسون، المرجع السابق، ص، 62.

[3]– كلفورد ا، بكفور، المرجع السابق، ص ص، 145–146.

أما القانون الثاني وهو ما يعرف بقانون المناطق وينص على أنَ:<< الخط الواصل بين الكواكب والشمس يمسح مساحات متساوية في أزمنة متساوية>> [1]، إذ لاحظ **كبلر** أنَ حركة الكواكب في دورانها حول الشمس تكون أسرع إذا كان الكوكب قريب منها وبطيء إذا كان بعيد، فإذا كان بعيدا عنها فإنَ المسافة التي يسقط فيها من مداره خلال فترة زمنية معينة ستكون اقصر بالمقارنة مع كوكب أخر يدور قريبا منها خلال ذات الفترة، وبصورة عامة فإنَ سرعة دوران الأجرام حول الشمس ستزداد باقترابه منها وتقل بالابتعاد عنها [2]، فالمنطقتين الأولي والثانية التي يتم مسحها ضوئيا في وقت متساوي في المسار الأول والذي يطلبه المسار الثاني يكون متساويين، كما يسمح لنا هذا القانون بتلخيص أنَ الكواكب تنتقل بسرعة كبيرة في مدارها حين تكون قريبة من الشمس أو في حالة الابتعاد عنها، كما يسمح لنا القانونين بتفسير الحركة المعقدة بكل وضوح دون اللجوء إلى فلك التدوير البطليموسي.

أما القانون الثالث والذي ينص على أنَ:<< مربع الزمن الدوري لأي كوكب حول الشمس يتناسب مع مكعب نصف المحور الكبير للمدار الإهليليجي>> [3]، وقد يطلق على هذا القانون أحيانا اسم قانون التناغم **La loi de l'harmonie**، و يعبر عن قانون **كبلر** الثالث رياضيا اليوم بالمعادلة التالية والتي تكتسب شكلها وأهميتها من قانون **نيوتن** في الجذب العام حيث يكتب بالعلاقة التالية: $T2 =(4\pi2/G(m+m)) a3$ حيث تمثل **T:** الزمن اللازم لإكمال دورة كاملة في المدار وقد تسمى بالوتيرة **Le rythme**، و **a:** المسافة الفاصلة بين مركز الإهليليج وابعد نقطة يصلها أي جسم في مداره، و **G:** ثابت الجاذبية العامة، و **M:** كتلة الشمس، و **M:** كتلة الكواكب[4]، ومن هذا القانون نستنتج أنَ هناك عامل

---

[1]– نيثان سبيلبرج برايون أندرسون، المرجع السابق، ص، 62.

[2]– كلفورد ا، بكفور، المرجع السابق، ص، 147.

[3]– نثيان سبيلبرج وبرايون أندرسون، المرجع السابق، ص، 63.

[4]– كلفورد ا بكفور، المرجع السابق، ص ص، 148–149.

ثابت بين القوة المبذولة وكتلة كوكب الأرض وهذا الثابت هو ثابت الجاذبية العامة أو الثابت ألجاذبي**Constante gravitationnelle**.

وعلاوة على ذلك **كبلر** هو أول من صاغ قانون الجاذبية **Loi de l'attraction**، كما فسر ذلك في كتابه **الفلك الجديد** حيث أنَ الأجسام الثقيلة تنجذب نحو بعضها البعض، ويعطي نموذج لذلك الانجذاب بالأرض عندما تجذب الحجر وكيف يتأثر بتلك الجاذبية، كما يرى أنَه من المنطقي أن تكون الجاذبية متناسبة مع الأجسام الكبيرة، فالحقل ألجاذبي **Le champ gravitationnel**للأرض يذهب حتى إلى وراء القمر، والقمر أيضا يمارس جاذبيته إلى غاية الأرض وما يتضمن هذين الجسمين شيء متعارف عليه وهو القوة، لأن أي شيء أخر لا يقدر القمر في مداره، وفيما يخص قانون جاذبية **كبلر** يكون بين جسمين لهما نفس الهوية، كالأرض والقمر، ولا يكون بين أجسام مختلفة كالشمس والكواكب، فالكواكب لا تنجذب نحو الشمس كما لا تنجذب الشمس نحو الكواكب لأنها متشابهة فيما بينها[1]، يظهر من كل هذا أنَ الإختلافات النوعية للعالم التي وضعها في جاذبيته هي ليس بعد جاذبية عامة هذا من جهة، ومن جهة أخرى من خلال دراسة الحركة اهتم فقط بحركة الأجرام السماوية ولم يهتم بدراسة حركة الأجسام الأرضية، أي بقي محصورا فقط في قبو السماء، و لكن يبقي الشيء المهم عند **كبلر** هو صياغته القوانين الثلاثة والتي سوف تكون مهمة بالنسبة لنيوتن في عمله على الجاذبية العامة.

3-4- **غاليلو غاليلي**، هو ليس مؤلف الميكانيكا **Mécanique** العالمية وإنَما كان له دور مهما فيها، كما يأخذنا إلى ابتكار علم جديد وهو الفيزياء الرياضية للطبيعة لأنَه ببساطة هو العلم القادر على التنبؤ بالظواهر، ولأنَه لا يقول ما هي الأشياء بل يظهر حقائقها أكثر،

*الميكانيكا: هي نظرية فيزيائية ورياضية التي تهتم بقوانين حركة الأجسام التي تتحرك بسرعات أقل بكثير من سرعة الضوء، وتقوم على قوانين نيوتن الثلاثة. *Simon diner, **lexique de la philosophie naturel**, op,cit, p, 543.

واختياره الرياضيات بأرقامها ومثلثاته ا، ودوائرها الهندسية، هي اللغة الوحيدة القادرة على فك رموز الطبيعة، وأكثر من ذلك فقد اهتم بهذه الطريقة لفك شفرة طبيعة الأشياء أيضا، فتجمع الطريقة المركبة في صيغة رياضية واحدة عدد كبير من الحقائق المرصودة كما هو الحال في الصيغ التي يكتشفها قانون الجاذبية، كما تتيح الطريقة الصارمة إمكانية استخلاص عدد كبير من الحقائق من هذه القوانين، ولأول مرة نجد فكرة واضحة ودقيقة عن القانون الطبيعي كعلاقة وظيفية، وانطلاقا من هذه اللحظة فإنَ تقدم الرياضيات سوف يواكب علم الفيزيا ء، الذي سيفرض على الفيلسوف طريقة جديدة لطرح مشكلة العلاقة بين العقل والرياضيات والطبيعة التي يفسرها، ومن جهة أخرى فإنَ الوصول إلى هذه الطرق يكون فقط من خلال القياس الدقيق للظواهر، والبيانا ت العددية للتجربة هي الوحيدة التي ستحسب عندما يتعلق الأمر بإيجاد القوانين[1]، ومن خلال كل هذا نفهم أنَ غاليلي بدأ مرحلة جديدة في ولادة العلم الجديد، وهذا العلم جاء نتيجة لنقد الموجه **لأرسطو**، فهو تتويج عملي وقفزة نوعية، إذن فالمفكر الايطالي فرض خاصيتين أساسيتين في العلم الحديث وهي التريض **la mathématisation** والميكانيكا، فهي إذن الإشارات الأخيرة للقطيعة بين العلم والميتافيزيقيِ، كما يميل **غاليلو** إلى الواقع الحقيقي الذي يتم قياسه، فالكثير من يرى فيه إحياء لأفكار **ديمقريطس**، فالصفات المعقولة كاللون والرائحة لا توجد في الأشياء لأنَه لا يمكن للمرء أن يتخيل أشياء بدونها، كالصوت والحرارة التي توجد خارج العقل أيضا، ومن هذا الباب أيضا تتطرق للحركة [2]، أي اتجاه **غاليلي** إلى الواقع المباشر في دراسته للظواهر الطبيعية ساعده في كثير من الأحيان على إيجاد الأجوبة والتفسيرات لمختلف الإشكاليات التي كانت عالقة في عصره، ومن بين هذه الإشكاليات العويصة التي وجد لها الحل نجد

---

[1]- Armand diner et Hervé Guillemin, **la mathématisation et la mécanisation du monde, op**, cit., p, 10.

[1] - Emile Bréhier, **l'histoire de la philosophie tom2,** libraire Félix, paris, 1932, p, 21.

[2]- Emile Bréhier, **l'histoire de la philosophie tom2,** op, cit , p, 21.

طبيعة الحركة، وانطلاقا من تكميمها بواسطة أداة جديدة وهي اللغة الرياضية **Langage mathématique**، بل أكثر من ذلك فالقوانين الطبيعية **lois nature** يمكن ترجمتها إلى قوانين رياضية **Lois mathématiques**، لأن القوانين الرياضية لا تقول لنا ما هي الأشياء، وإنَما هي توضح لنا كيف لهذه الأشياء تسرى في المكان و الزمان.

أما الآن ننتقل إلى مساهمات **غاليلي** في الحركة ففي سنة 1590م، وفي كتابه **الحركة** لا يزال **غاليلي** يرى أن الحركة بقيت تحت تأثير **أرسطو** وهو ما دفعه إلى وضع أسس وآليات جديدة تحدى **أرسطو** ويظهر الحاجة إلى ميكانيكا جديدة مبنية على التجارب الكمية **Expériences quantitatives** والرياضية [1]، وكنتيجة لأبحاثه خلال سنوات طويلة يقترح علينا كتاب **الحركة**، الذي كان ردا مباشرا على **أرسطو** في الحركة الطبيعية وحركة المقذوفات **Mouvement de projectile**، والمشروع كما نرى لا يكاد يكون أصليا، عندما يكون المحتوى موجودا، فإنَ الشيء العظيم هنا يقتصر في اغلب الأحيان على معارضة الآراء المستعارة بشكل غير مباشر من العصور القديمة أو العصور الوسطى، ومع ذلك فإنَ أهمية كتاب **الحركة** يبدو بالغ الأهمية عندما يتناول الحركة الطبيعية وحركة المقذوفات في وقت واحد، فهي ديناميكية **dynamisme*** عامة حاول **غاليلي** أن يبنيها بالفعل[2]، فمسألة الحركة كانت لقيت اهتمام كبيرا لدى المفكرين منذ اليونان وذلك لسببين على الأقل فهي جزء من عالمنا القريب كرمي الحجر، وإطلاق قذيفة حربية، كما نلاحظ أيضا أنَ جواب **أرسطو** كان ثابتا بشكل دائم فقد كان مناسبا له التميز بين الحركة الطبيعية والحركة العنيفة، فالأول يفسرها بمبدأ العلة النهائية، فالجسم يتجه إلى العودة لمكانه

* الديناميكا: ويعني بدراسة أسباب الحركة من قوة ومقاومة. محمد قيصرون ميرزا، الميكانيكا التقليدية، دط، قسم الفيزياء، البحرين، 1999، ص، 1.

[1]- pierre Sagan, **introduction a la pensée scientifique moderne**, édition université pierre marie curie paris6, 2008.2009, p 240.

[2]- Maurice Clavelin**, la philosophie naturel de Galilée**, Alban Michel, paris, 1996, p, 130.

الطبيعي، كالحجر الساقط في اتجاه الأرض، ذلك ليس أنَ الحجر انجذب إلى الأرض وإنما طبيعته هي التي تحتم عليه الرجوع إلى مكانه الأصلي، أما الحركة العنيفة فتكون نتيجة لقوة مؤثرة عليها، فالحركة في العلم القديم لا يمكن أن تكون بدون محرك **moteur**، ولا يمكن أن تكون بدون فاعل والذي يكون في اتصال دائم مع المتحرك.

لقد انتقد مفهوم الحركة عند سابقيه وخاصة عند **أرسطو** وأتباعه في العصر الوسيط، حيث حاول **غاليلي** أن يعطي المفهوم الحقيقي للحركة وهو ما كتبه يقول:<< لنتخيل مجموعة من الأجسام، ترتبط بطريقة ما مع بعضها البعض، ولنتخيل فيما بعد أن هناك تغير في المظاهر، بالنظر إلى بعض المراجع الخارجية، فنحن نعلم أنَه إذا كان المراقب يمكنه تفسير ذلك بحركة المراجع، فلن يمنعه أي شيء من الانتقال إلى الحركة المنتظمة فهي أيضا حركة حقيقة، ولإعطاء المزيد من التحليل والوضوح، لنأخذ مثال سفينة محملة بالبضائع تنتقل من البندقية إلى حلب، فسيكون من السهل الاتفاق على أنَ السفينة التي يتم أخذها بالكامل، إنها في حركة وتغير في المكان>> [1]، فالحركة هي حركة وتعمل كحركة، **فغاليليو** يعد أيضا الحركة أنَها حالة لأنَها لا تتضم ن أي تغير في الجسم، كما يعني أيضا بالحركة أنَ أي جسم لا يمكن تفسيره بالعوامل الخارجية التي تحيط بالجسم، كما هي ليست شكل من أشكال التغير، والمثال الذي قدمه هو دليل على ذلك فالسفينة التي تحركت من البندقية إلى حلب، كانت في حالة حركة من نقطة إلى نقطة، أما التغير الذي حدث هو تغير في المكان وليس في الحركة، أما فيما يخص الحركة المشتركة **Mouvement articulaire** فيقول:<< والحركة المشتركة لعدة متحركين فهي أيضا لا تؤثر في احد حتى لو نظرنا في العلاقات فيما بينها، أما فيما بينها فلا شيء يتغير>> [2]، فالحركات المشتركة

[1]- Galilée Galileo, **dialogue sur le deux principaux systèmes du monde**, cite par Maurice clavelin, **la philosophie naturel de Galilée**, op,cit, p, 236.

[2]- Galilée Galileo**, dialogue sur les deux principaux systèmes du monde**, cité par Maurice clavelin **la philosophie naturel de Galilée**, op,cit, p, 237.

هي أيضا لا تتغير وما يتغير هو المكان فقط، أما الحركة فتبقى حركة من نقطة الانطلاق إلى نقطة الوصول.

مما سبق يظهر أنَ **غاليلو** يولي أهمية كبرى لفكرة السكون **Immobilité**، إذ كان السابقون عليه يهملون في دراستهم للحركة السكون، ولكن معه تغيرت المعطيات وأصبحت الحركة والسكون متكافئان من الناحية الأنطولوجية **Ontologie***، وهو ما يؤكده فيقول:<<أنَ الحجج التقليديۃ لا تأخذ بعين الاعتبار هذه الحقيقة... تحت ذريعة مقارنة السلوك الطبيعي للجسم عندما يكون في حالة حركة، فكلهم ارتكبوا نفس الخطأ وهو ما جعلهم يعتقدون أنَ السكون مطلق وليس كحالة أولى للحركة>> [1]، لقد ساد اعتقاد منذ القديم حسب **غاليلو** أنَه انطلاقا من جسم واحد يمكن تفسير الحركة والسكون بربطهما مع المتحرك، لأن حالة الجسم الأول في حركة، وحركة الجسم الثاني في حالة سكون، فالحركة والسكون عند **غاليلي** شيء واحد، ولأن حسبه السكون هو بداية و نقطة انطلاق الحركة.

موضوع الحركة موضوع طويل خاصة في كتاب(**الحوار والبراهين الرياضية التي تعني العلمين الجديدين**، ويسمى بالميكانيكا والحركة المحلية **Mouvement local**، وهذين

---

* الأنطولوجية: هودراسة ومعرفة الوجود كما هو بغض النظر عن بعض جوانبه أو مظاهره أو سمات معينة، غالبًا ما يتم الخلط بين علم الوجود والميتافيزيقا، ولكن إذا كانت الميتافيزيقا خطابًا في المطلق ، فإن الانطولوجيا تقدم نفسها على أنها مقاربة معارضة لنظرية المعرفة يهتم علم الوجود بطبيعة الأشياء وجوهرها وطريقة وجودها، وببنية الواقع Simon diner, lexique de la philosophie naturel, op, cit, pp, 667-668.

** الميكانيكا الاحصائية: هي فرع من فروع الفيزياء النظرية التي تسعى إلى حساب السلوك الحراري للأجسام العيانية من حيث النموذج الميكانيكي الكلاسيكي لمكوناتها المجهرية ، بمساعدة الافتراضات الاحتمالية. على مدار 150 عامًا ، تم اقتراح العديد من النماذج المختلفة في الافتراضات الأساسية وفي معنى استخدام الاحتمالات. تكمن المشكلة الأكثر حساسية في تفسير عدم التناسق الزمني في السلوك الحراري (اللارجعة). Ibid, p, 560.

***الكنيماتيكا: تتلخص دراسة الحركة الكنيماتكية بموضع الجسم وسرعته وتسارعه، في كل لحظة من الزمن. محمد قيصرون ميرزا، الميكانيكا التقليدية، دط، قسم الفيزياء، البحرين، 1999، ص، 1.

[1]- Galilée Galileo, **dialogue sur les deux principaux systèmes du monde**, cité par Maurice clavelin **la philosophie naturel de Galilée**, op,cit, p, 237.

العلمين الجديدين ظهر في العصر الحديث الأول يهتم بمقاومة الأجسام **Résistance du corps** و**غاليلي** وضع له مصطلح خاص به، وهو الميكانيكا الاحصائية **Mécanique statistique****، والثاني هو الكنيماتيكا **Cinématiques*****، أو علم الحركة وفي موضوعها بالضبط هو دراسة حركات الأجسام المباشرة والمنتظمة والتسارع الموحد**Accélération uniforme**[1].

لقد تسأل **غاليلي** أيضا على الحركة المركبة **Mouvement composé** كحركات المقذوفات، كما تمنى تفسير الحركات المتسارعة **Mouvements accélérés** والموحدة لوحدويهما، ولكنه برهن أيضا أنَ جميع حركات الأجسام في سقوط حر **le chute libre** لأنَ هذه هي طبيعتها، فالحجر والريشة الساقطين من أعلى برج هي التي تصف هذا الشكل المعقد من السقوط، فالفكرة المركزية هنا **ليغاليلو** هي أنَ جميع الأجسام تسقط بنفس السرعة في وسط خالي من المقاومة **Un milieu sans résistance**، وقد لا حظنا سابقا عند **غاليلي** أنَ حركة الأجسام المتساقطة، تكون بتسارع موحد [2]، وهو ما كتبه كويري في تعريفه لسقوط الحر عند **غاليلي** كتب يقول:<< إنَ سقوط الجسم هو الحركة الموحدة والمتسارعة>>[3]، وهو في الحقيقة ما يدفعنا إلى التساؤل، هل التسارع يكون منتظم في المكان والزمان؟، وهو ما سوف يجيب عليه **غاليلي** في هذا القول:<< فعندما ألاحظ الحجر الساقط من أي علوا انطلاقا من سكونه سوف نستنتج باستمرار سرعات جديدة ومتزايدة بحيث لا اعتقد أنَ هذه الإضافات تتم وفقا لأبسطها وأكثرها وضوح ا>>[4]، ففي البداية كان يعتقد **غاليلي** أنَ الطبيعة تعمل وفقا لقوانين بسيطة، ولكنه عندما عالج مشكلة سقوط

---

[1]- pierre Sagan, **introduction a la pensée scientifique moderne,** op, cit, p, 240.

[2]- Armand diner et Hervé Guillemin, **la mathématisation et la mécanisation du monde**, op, cit, p, 13.

[3]- Alexandre Koyré, **études galiléennes,** op, cit, p, 42.

[4]- Galilée Galileo, **discours et démonstration mathématique concernant deux nouvelles sciences**, cité par Maurice clavelin **la philosophie naturel de Galilée**, op, cit, p, 286.

الأجسام وجدها أكثر تعقيدا، وهو ما نبه إليه عند ملاحظته سقوط الحجر فالسرعات المتزايدة والمختلفة هي نتيجة للمسافة، أي كلما زادت المسافة زادت سرعة السقوط، وهو ما اجبره على إعادة التجربة عدة مرات فيقول:<< وهو ما أعيده دائما وبنفس الطريقة>> [1]، هنا إشارة إلى ملاحظة الحجر الساقط التي أعادها عدة مرات ليتأكد إلى ما وصل إليه، كما يجبنا أيضا عن السؤال الذي طرحنها سابقا عن التسارع **Accélération***،إذ يكون منتظم وألا نربطه دائما بالمكان فقط كما فعل السابقون ولكن يجب أن نحدده أيضا بالزمان فكتب يقول:<< وهو ما نفهمه بسهولة من خلال التقارب الوثيق بين الزمن والحركة، وبالمثل فتعريف الحركة يتم تحدديه بفضل المساواة بين الزمان والمكان، ونسمى الحركة عندما يتم عبور جسمين نفس المكان بالتساوي في الزمان، فكذلك يمكننا أن نتصور أنَه في فترة زمنية متماثلة تنقسم إلى أجزاء متساوية وزيادات في السرعة للمكان البسيط، وهو ما يحدث في حالة الانتظام وفي نفس السياق فالتسارع المستمر نعني بيه الحركة في كسور متساوية في أي زمان متساوي تحدث إضافات متساوية لسرعة، لذلك مهما كان عدد الأجزاء المتساوية من الزمان الذي انقضت منذ بدء المتحرك يتخلى عن سكونه، فإنَه ينزل إلى درجة السرعة المكتسبة في نهاية الجزء الأول والثاني إلى ضعف الدرجة المكتسبة خلال الجزء الأول، وهكذا بعد الجزء الثالث ستكون الدرجة التي تم التوصل إليها ثلاث أضعاف، وبعد الجزء الرابع أربع درجات مكتسبة من الجزء الأول، ومن اجل المزيد من الوضوح، فإذا كان المتحرك يستمر في التحرك مع الدرجة أو السرعة المكتسبة في فترتين زمنيتي ن، فقد تعرفنا على السبب الصحيح، فإذا اعترفنا بأنَ تكثيف السرعة يتناسب مع تمديد الزمن، فمن هنا يمكننا صياغة تعريف للحركة التي سنقوم بمعالجتها على النحو التالي: أنا أقول أنَ الحركة متساوية بشكل متسق، عندما تبدأ من السكون، وتلتقي في أزمان متساوية وسرعات

[1]- Galilée Galileo, **discours et démonstration mathématique concernant deux nouvelles sciences**, cité par Maurice clavelin **la philosophie naturel de Galilée**, op, cit , p, 286.

متساوية>>[1]، فالقياسا ت التي أجرها **غاليلي** مكنته من الوصول إلى أنَ الزمان والمكان متكافئان في حالة سقوط الجسم فكلما كانت مساقة السقوط **Distance de chute** اكبر كلما كان زمن المسافة المقطوعة**la distance parcourue** اقل و كانت السرعة متزايدة.

لذلك يقترح **غاليلي** فيما بعد عدد مهم من المبرهنات التي كرست نظريته في الحركة المنتظمة والمتسارعة، المبرهنة الأولى:<< فالزمن الذي يتم اجتيازه من طرف المتحرك، بداية من حالة السكون مع حركة مستقيمة بشكل متسق، يكون مساويا للزمن الذي يتم فيه عبور نفس المكان بواسطة المتحرك بحركة موحدة، والتي تكون سرعتها نصف أعلى درجة من السرعة التي تتحقق خلال الحركة المتسارعة>> [2]، فالمبرهنة الأولى تؤكد على التناسب بين المكان والزمان في السرعة سواء في الحركة الموحدة أو الحركة المتسارعة، أما المبرهنة الثانية:<< إذا كان المتحرك، يبدأ من السكون، فإنَه سيسقط بحركة مستقيمة بشكل متسق، كما أنَ الأمكنة التي يعبرها في أي زمن وبنفس الدافع سوف تتقلص، أي بمعني هي مثل مربع الزمن>>[3]، فالمبرهنة الثانية تؤكد على أنَ كلما قطع المتحرك مسافة معينة فإنَ الزمن يتضاعف مرتين وهو ما يكتب على الشكل التالي $T2$، المبرهنة الثالثة:<< إذا كان نفس الجسم يبدأ من السكون، ويقع على مستوى مائل، ثم على طول عمودي، يكون الارتفاع هو نفسه في كلتا الحالتين سيكون زمن الحركة كالمسافة بينهما في الوضع المائل أو الطول

---

* التسارع: هي السرعة التي يختلف بها عن سرعة المتحرك، وتلعب هذه الكمية دورا مركزيا في الديناميكا، بحيث لا يوجد تسارع إلا من خلال وجود قوة مؤثرة، وقد صاغ نيوتن قانون الديناميكا انطلاقا من القوة المؤثرة على الجسم بضرب كتلته، ومنه حصل على التسارع. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, p, 6.

[1]- Galilée Galileo, **discours a la démonstration mathématique concernant deux nouvelles sciences,** cité par Maurice clavelin, **la philosophie naturel de Galilée**, op, cit, p, 287.

[2]- Galilée Galileo**, discours et démonstration mathématique concernant deux nouvelle sciences**, cité par Alexandre Koyré, **études galiléenne**, op, cit, p, 149.

[3]- Galilée Galileo, **discours a la démonstration mathématique concernant deux nouvelle sciences,** cité par Alexandre Koyré, **études galiléennes**, op, cit, p, 151.

العمودي>>[1]، فالمبرهنة الثالثة تسمح بالمقارنة بين الحركات العمودية **Mouvements verticaux** والحركات المائلة**Mouvements diagonaux** من وضع مائل.

لقد اهتم **غاليلي** أيضا بمسألة واسعة في كتابه **الحوار** قد نوقشت من قبله ولكن لم يصلوا إلى نتائج مثمرة، وهي مسار الحركات المركبة للقذائف، فتفسيره حررهم تماما من التميز القديم بين الحركة العنيفة والحركة الطبيعية المتوارثة من عند **أرسطو** فهو يقول:<< أتخيل أنَه تم إطلاق متحرك على مستوى أفقي تم إزالة أي عائق منه، والمتحرك الذي أتخيله يمتلك جاذبية معينة، ونصله بنهاية الطائرة لأنها تحافظ على مسارها، كما سنضيف إلى حركتها السابقة التي لا تمحي الميل النزولي الذي يمنعها بسبب جاذبيتها، فالنتيجة ستكون الحركة تتألف من حركة أفقية موحدة وحركة هبوطية تسارعية، التي اسميها الإسقاط، لقد برهنت الآن في لحظات عن خصائصها ومنه فهذه هي المبرهنة الأولى أو الاقتراح الأول: فالقذيفة والتي هي في حركة مركبة أو في حركة أفقية منتظمة أو في حركة طبيعية متسارعة نحو الأسفل هي تصف مسار انتقالها وهو مسار نصف قطع مكافئ>> [2]، فالحركة هي التي تكون في مسار أفقي إلى أن تصل إلى نقطة معينة فتأخذ المسار العمودي والقذيفة الحربية تأخذ هذا الشكل من الحركة، انطلاقا من نقطة وصول القذيفة في الحركة المنتظمة ونقطة سقوطها يتم تعين الحركات المركبة أو ما يعرف بالقطع الناقص**Ellipse**.

أما من بين القوانين التي تعد أساسية في الفيزياء الحديثة هو قانون القصور الذاتي وكتاب **الحوارات** يشهد على أنَ كل ميكانيكا **غاليلي** ترتكز عليه كما يظهر في هذا القول:<< فأي درجة من السرعة، بمجرد توصيلها بالمتحرك يتم طبعها بشكل طبيعي بحيث

[1]-Galilée Galileo, **discours a la démonstration mathématique concernant deux nouvelle sciences,** cité par Alexandre Koyré, **études galiléennes**, op, cit., p, 311.

[2]- Galilée Galileo**, discours et démonstration mathématique deux nouvelles sciences,** cité par pierre Sagan, **introduction a la pensée scientifique moderne**, op, cit, p, 243.

لا يمكن إزالته، شريطة أن يتم كبت الأسباب الخارجية للتسارع والتباطؤ، وهو ما لا يحدث في مستوى أفقي على طائرة هابطة، ففي الواقع هناك سبب للتسارع، وعلى مستوى طائرة تصاعدية هناك أيضا أسباب للتباطؤ، الذي يتبع تلك الحركة على مستوى أفقي لأَنه إذا كان موحدا فإنَه لا يتضاعف ولا ينقص، ناهيك عن التوقف>> [1]، فالقصور الذاتي **الغاليلي** يعني أنَ الجسم الذي أهمل نفسه يبقى في حالة سكون ما لم تتدخل عليه قوة خارجية، وأكثر تفصيل على ذلك فالجسم يبقى يحافظ على حركته المباشرة والمنتظمة هما بمفهومين الاتجاه والسرعة، ما لم تتدخل عليه قوة خارجية تغير هذه الحركة، **فغاليلي** نفسه لم يستطيع أن يبنى قانون للقصور الذاتي بشكل واضح نظرا لأنَه كان يستخدم بعض المفاهيم الأرسطية كإعتقاده بالحركة المثالية والحركة الدائرية.

4- الجاذبيّة في العصر المعاصر أينشتاين نموذجا:

4-1- السقوط الحرّ يساوي التسارع والجاذبية:

قال **أينشتاين**، في مؤتمر عُقد في طوكيو عام 1922م عبارة مدهشة: عندما كنت جالسا في معهد بمكتب براءة الاختراع في بورن طرأت لي فكرة عندما يسقط الإنسان سقوطا حرا لا يشعر بوزنه، كنت مذهولا، فقد أثرت فيا كثيرا هذه التجربة التي تمت عن طريق التفكير فقط وقادتني إلى نظرية الجاذبية **Théorie gravitationnelle** ويعود هذا الوحي إلى عام 1807م، إذ في ذاك العام اعتلى رسام معماري في بورن سطحا، ثم وقع على الأرض، وبما أنّه نجا من الحادث زاره أينشتاين و سأله عن شعوره أثناء السقوط، وبعدما ضغط عليه بالأسئلة ردّ الرسام بأنّه فقد شعوره بوزنه [2]. أثبتت هذه التجربة التشابه بين

---

[1]- Galilée Galileo, **discours et démonstration mathématique deux nouvelles sciences**, cité par pierre Sagan, **introduction a la pensée scientifique moderne**, op, cit, p, 243.

[2]- فرنسوا روتين، **جاذبية مدهشة من التفاحة إلى القمر**، ترجمة، ميشيل نشأت سفين حنا، ط1، هنداوي لنشر، القاهرة، مصر،2016، ص،311.

الأنظمة المتسارعة **Systèmes accélérés** ومجالات الجاذبيّة **Zones de gravité**لكن في الميكانيكا التقليديّة**Mécanique classique**.

لقد بدأ **أينشتاين** أبحاثه عن نظرية الجاذبيّة بشيء مهمّ حين لاحظ أنّ نفس الكتلة موجودة في كلّ من القانون الثاني للحركة عند **نيوتن** وفي قانونه العام للجاذبية لاحظ أنّ استقلالية هذين القانونين فعلا، توجب معرفة نوعين مختلفين من الكتلة، فالقانون الثاني **لنيوتن** ق: **الكتلة**×**التسارع** يعرف بكتلة القصور الذاتي وقانون الجاذبيّة القوة= ثا ك$_1$×ك$_2$/م^2 تعرف بكتلة الجاذبيّة **Masse gravitationnelle**. أجرى **أينشتاين** بعض الأبحاث الدقيقة تقريبا في ذلك الوقت لتوضيح فرضية الاختلاف بين كتلتي القصور الذاتي والجاذبية لأيّ جسم، فاكتشف أنّهما متساويتان، وتساءل عمّا إذا كانت المصادفة ممكنة في تضمن القانونين لنفس الكمية، فاستنتج أنّ التسارع كما هو متضمن في القانون الأول **لنيوتن** والجاذبية لابد أن يكونا مرتبطين [1]، بحيث تكون كتلة القصور الذاتي ثابتة مميزة للجسم المتسارع فإذا أصبحت الجاذبيّة بسبب العجلة نجد أنّ: القوة= كتلة الجاذبية ×شدة مجال الجذب، حيث تكون (كتلة الجاذبيّة)ثابتا مميزا للجسم، ومن هاتين المعادلتين نجد أنّ التسارع= كتلة الجاذبية/ كتلة القصور الذاتي ×شدة مجال الجاذبيّة **L'intensité du champ d'attraction** ومنه نحصل على قانون التسارع كمايلي= الكتلة الجاذبية/ الكتلة القصورية=−1^2، و يمكن أن نعبر عن هذه الحقيقة كما يلي: تسارع الجسم في سقوطه الحرّ يزداد بازدياد كتلته وينقص بنقصان كتلته العطالية، وبما أنّ جميع الأجسام الساقطة سقوطا حرّا تتسارع بتسارع ثابت، فإنّ كتلة الجاذبيّة وكتلة العطالة متساويتان.

---

[1]– نثيان سبيلبرج ورايون أندرسون، المرجع السابق، ص ص، 210، 226.

[2]– البيرت أينشتاين، **النسبية الخاصة والعامة**، ترجمة، رمسيس شحاتة، دط، الهيئة العامة للكتاب، مصر،2000، ص، 118.

لنوضح المسالة أكثر نستعين بالتجارب التي اعتمدها **أينشتاين** في شرحه لمبدأ التكافؤ **Principe d'équivalence** بين الكتلة العطاليّة **La masse inertielle** والكتلة الجاذبيّة، ومن بين هذه التجارب التي وضعها **أينشتاين** تجربة وضع السيارة في طريق منبسط، فإذا كانت في حالة سكون يجب أن تحدث صدمة، فتتحرك بعدئذ بسرعة معينة ونعيد التجربة مرارا وتكرار>> [1]، وعليه تتأكد لنا نتيجة مهمّة وهي أنّ سرعة السيارة بعد الصدمة تبقى ثابتة في الطريق نفسه، << لنضيف تعديلا آخر على التجربة نقوم بجعل السيارة محمّلة أكثر من ذي قبل>> [2]، فمن الواضح أنّ السرعة بعد الصدمة تصبح أقلّ من ذي قبل، لنصل إلى استنتاج مهمّ مع **أينشتاين** وهي:<< إذا سلطنا قوتين متساويتين على جسمين مختلفين ساكنين فإنّ سرعتيهما بعد الصدم تكونان مختلفتان، فنقول أنّ السرعة تتعلق بكتلة الجسم وتكون أقلّ قسمة إذا كانت كتلته أكبر>> [3].

كما توجد هناك أيضا طريقة أخرى لتعين كتلة الجسم وهي طريقة الميزان، وقبل ذلك يتساءل **أينشتاين** كيف يتمّ عمليا قياس الكتلة؟<< فيجيب نفسه بالتأكيد ليس بالطريقة التي أتينا على شرحها أمّا الجواب السديد فيعرفه كل الناس، فبواسطة الميزان>> [4]، لنفحص عن كثب هاتين الطريقتين المختلفتين لتعين الكتلة.

إنّ التجربة الأولى لم يكن لها أيّ علاقة بالثقالة **La gravité** أيّ بجاذبية الأرض، فالسيارة بعد الصدم تتحرك على خطّ أفقي أملس تماما، فقوة الجاذبيّة هي سبب بقاء السيارة على السطح، لا تتغير ولا تلعب أيّ دور في تعين الكتلة، لكن الأمر يختلف عن ذلك كليّا في طريقة الميزان، فنحن لا نستفيد شيئا من الميزان إن لم تكن الأرض جاذبة للأجسام،

2- البيرت أينشتاين، **تطور الأفكار في الفيزياء**، ترجمة، أدهم السمان، ط2، دار طلاس، سوريا،1999، ص، 33.

[2] -البيرت أينشتاين، المرجع السابق، ص، 33.

[3]- المرجع نفسه، ص، 34.

[4]- المرجع نفسه، ص، 34.

فالفرق بين طريقتي تعين الكتلة هو عدم ارتباطها في القانون الأول بالجاذبية بينما تستند الثانية جوهريّا على وجود هذه القوة لنصل مع أينشتاين إلى نتيجة هامة إذ يقول<< لنطلق إذن–توخيا ببساطة التعبير–اسم الكتلة العطالية على الكتلة التي نحصل عليها من التجربة الأولى، واسم الكتلة الجاذبيّة أو الوازنة على الكتلة التي نحصل عليها من التجربة الثانية، وقد اتّفق في العالم الذي نعيش فيه أن تكون هاتان الكتلتان متساويتان>>[1]، وليؤكد **أينشتاين** ما قاله يضرب مثالا وتجربة أخرى ليزيد المسالة أكثر وضوحا وهي تجربة المصعد:<< لنفحص الآن حالة مصعد في سقوط حرّ: ولنتصور إذن مصعدا كبيرا في الطابق الأخير من ناطحة السحاب أعلى بكثير من ناطحة السحاب التي رأينها وفجأة ينقطع الحبل الذي يحمل المصعد، فيبدأ المصعد في تبني حركة السقوط الحرّ، ويوجد في المصعد راصد يقوم بتجارب أثناء السقوط، كما يترك الراصد الداخلي منديله وقلمه لشأنيهما حرّين داخل المصعد، فماذا يحدث للجسمين؟ تأتي الملاحظات حسب الراصد على هذا الشكل:

- ✓ الراصد الداخلي: الراصد الخارجي يلاحظ أنّ المنديل والقلم يسقطان متجنبين بتسارع واحد كما أنّ المصعد بجدرانه وأرضيته وسقفه يسقط بالتسارع نفسه فسبب السقوط عند الراصد الخارجي يرجع إلى الكتلة العطالية.
- ✓ الراصد الخارجي: يلاحظ أنّ منديله وقلمه ثابتين في المصعد كما يرجع سبب سقوط الأجسام داخل المصعد إلى تأثير قوة الجاذبيّة لأنّ المصعد واقع تحت تأثيرها>>[2].

هكذا يفسر الملاحظان نفس الحوادث بشكل مختلف فالملاحظ الخارجي يفسر الحركة داخل المصعد بالتسارع الذي يخضع له هذا الأخير، أما الملاحظ الخارجي فهو يفسر نفس الحركة بالجاذبية، إذن التسارع يكافئ الجاذبيّة، واختلاف الملاحظين في تفسيراتهم ا إنمّا

---

[1]– البيرت اينشتاين، ، **تطور الأفكار في الفيزياء** ، المرجع السابق المرجع نفسه، ص، 34.

[2]– المرجع السابق، ص، 36.

يرجع إلى اختلاف منظومتهما المرجعية **Systèmes de référence**، وبإمكان الملاحِظ الموجود داخل المصعد تفسير الحوادث بالجاذبية كما فعل من قبل، أو بالتسارع إذا بنى ملاحظته على كون المصعد يتسارع إلى أعلى كما فعل زميله المراقب من الأرض [1]، وهذا هو المدلول الفيزيائي لمبدأ التكافؤ الذي يحث المرء على أن يستنتج بأنّه موجود في مرجع متسارع، لأنّ كلّا لآثار الناتجة عن هذا التسارع تمثل أثار تنجم كليّة عن الجاذبيّة في مرجع ساكن أو متحرك حركة مستقيم ة في مجال جاذبي، يدعم مبدأ التكافؤ وجهة نظر **أينشتاين** في أنّه لا يمكن التفريق بين الحركة المتسارعة والحركة غير المتسارعة، لأنّ قوى العاطلة الناجمة عن التسارع هي نفسها الناجمة عن الجاذبية، فلا يستطيع المراقب أن يعرف من ملاحظته للأجسام الساكنة أو المتحركة في حقل جاذبي أم أنّه يتحرك حركة متسارعة في فضاء خالي[2]، لذلك لا سبيل للتميّيز بين السكون والتسارع ولا فرق في ذلك إذا كان الإنسان يرصد الأجسام من مكان ثابت أو متحرك، لأنّها تستغرق زمنا متساويا في سقوطها، ومن ثمّ فإنّ حركة الجسم الساقط مستقلة عن كتلته، وتوصل **أينشتاين** من خلال كل هذا إلى نتيجتين مهمتين:

- إنّ جميع الأجسام تسقط سقوطا حرا من ارتفاع معين وتتحرك بتأثير جاذبية الأرض وبتسارع واحد مهما كانت كتلتها.
- إنّ جميع الأجسام الموجودة في مرجع متسارع **Référence accélérée** تستجيب لهذا التسارع بالطريقة نفسها مهما كانت كتلتها.

---

[1]– محمد عابد الجابري، **مدخل إلى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي**، ط2. مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت لبنان، 2002، ص، 534.

[2]– لويس متز وجيفرسون ويقر، المرجع السابق، ص، 268.

ولذلك –واعتمادا على هذا الطرح– بنى **أينشتاين** أحد أهمّ المبادئ في الفيزياء وهو مبدأ التكافؤ الذي ينصّ على أنّه لا يمكن تمييز قوى العطالة عن قوى الجاذبية [1]، فأصبح هذا المبدأ أساس نظريّة الجاذبيّة لديه، لأنّه نفى إمكانية تعين حالة الشيء الحركية بملاحظة قوى العطالة أو اكتشافها سواء كان مرجعا متسارعا أو لم يكن كذلك، وهو في الحقيقة جوهر النسبية العامة والذي يلخصه في هذا القول:<<إنّ وجود نظرية النسبية العامة راجع إلى حقيقة تجريبيه هي تساوى الكتل القصوريّة والكتل الجاذبيّة للأجسام عدديا وهي حقيقة أساسية لم تكن الميكانيكا الكلاسيكيّة تقدم لها تفسيرا ولقد توصلنا إلى مثل هذا التفسير حين وسعنا تطبيق مبدأ النسبية وجعلناه يشمل المجموعات القصوريّة التي تتحرك بعجلة بالنسبة إلى المجموعات القصوريّة **Groupes inertiels** يتضمن ظهور الجاذبيّة بالنسبة للأخيرة ونتيجة، لهذا تمدنا النظرية النسبية العامة المبنية على تساوى القصور والوزن بنظرية عن المجال الجاذبي>>[2]، وهكذا فمفهوم السقوط الحرّ –في نظرية النسبية العامة– يشمل التسارع والقوة والجاذبية، فالأرض التي تدور حول الشمس هي في حالة سقوط حرّ، وكذلك القمر في دورانه حول الأرض مثل الكواكب الصناعية، والحجر الساقط من أعلى صومعة كذلك، إذا أهملنا مقاومة الهواء، أمّا الذي يقفز برجليه على الأرض فهو ليس في سقوط حرّ لأنّه لا يخضع لتأثير الكهرومغناطيسيةÉlectromagnétisme*، المنبعثة من الأرض والضاغطة على رجليه من أسفل إلى أعلى[3]، إذن فالسقوط الحرّ هو ما نعني به الجاذبيّة

---

[1]– لويس متز وجيفرسون ويقر، المرجع السابق، ص، 165، 166.

2–البيرت أينشتاين، **العلم للجميع أفكار وأراء**، ترجمة، رمسيس شحاتة، دط، الهيئة العلمية للكتاب، مصر، دت، ص، 12.

* الكهرومغناطيسية: تم صياغة مفهوم المجال الكهرومغناطيسي في القرن التاسع عشر لوصف بطريقة موحدة الظواهر الكهربائية الكهرومغناطيسية * تظهر بالفعل أن المجالين الكهربائي والمغناطيسي مرتبطان: المجال المغناطيسي المتغير يولد مجالًا كهربائيًا، والمجال الكهربائي المتغير هو مصدر مجال مغناطيسي. تمت ترجمة المعاملة بالمثل بشكل مثير للإعجاب بواسطة معادلات ماكسويل، حيث يعمل مجال كهرومغناطيسي على شحنة كهربائية بواسطة قوة لورنتز. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, op,cit, p, 281.

عند **أينشتاين** الذي لا يميز بين الكتلة القصوريّة والكتل الجاذبيّة نظرا لتكافئهما، ومن جهة ثانية تحديد هذا السقوط يتطلب الاعتماد على المراجع غير غاليلية.

4-2 الكون متصل رباعي الأبعاد:

لقد أطاحت النسبية بالانفصال التقليدي بين مفهوم الزمان والمكان، حيث جعلت الزمان بعدا رابعا للأبعاد الثلاثة التي لم يخطر ببال الكلاسيكيون سواها: الطول **Longueur** والعرض **largeur** والارتفاع **l'hauteur** وأتت بالمتصلين الزماني المكاني **Espace-temps**** رباعيّ الأبعاد **quatre dimensions**، فالكون إذن عند **أينشتاين** متصل رباعيّ الأبعاد وهذا ما يؤكده من خلال هذا القول:<< إنّ القراء من غير الرياضيين ينتابهم الفزع والرعب حينما يقرؤون عن الأشياء الرباعية الأبعاد، وهم في هذا الجانب يحسّون إحساسا لا يختلف كثيرا عمّا يحسون به في مواجهة السحر والسحرة، ومع ذلك فليس هناك قول أعمّ من أنّ العالم الذي نعيش فيه متصل زمكاني رباعي الأبعاد>> [1]، فالزمان هو قياس التغير الذي يحصل داخل ما نعرفه بالمكان، أو سلسلة من التغيرات التي تكون حياتنا وتحصل خلال وقت ما وفي زمكان ما، فالكون الأينشتاين ي عبارة عن دمج للمفهومين معا ضمن استمرارية معينة، الأبعاد المكانية الثلاثة مضافا إليها البعد الرابع (الزمان). وفي الوقت الذي نمتلك القدرة على التحكم بالأبعاد الثلاثة الأولى الارتفاع، العرض، و الطول،

**الزمكان :إذا كان المكان والزمان هما العنصران الأساسيان للإطار الذي تم نشر الفيزياء فيه منذ العصور القديمة ، فعلينا انتظار نظرية النسبية الخاصة لنرى ظهور كيان جديد يجمعهما معًا ، وهو الزمكان. يشير ثبات سرعة الضوء للمراقبين بالقصور الذاتي إلى وجود صلة بين الموضع والوقت الذي تتشكل فيه تحويلات لورينتز يتم تحويل الموضع والزمن المرتبطين بحدث ما في وقت واحد عن طريق الخلط والاختلاط عندما يعتبر هذا الحدث من قبل مراقبين في حركة موحدة نسبية. كما يصبح المكان والزمان مكونين لكيان هندسي موحد وهو الزمكان. هذا الكيان هو الثابت الأساسي للتحولات النسبية، حيث يتحول المكان والزمان، ويتقلص ويتوسع. كما يسمح الزمكان بتفسير النسبية الخاصة على أنها هندسة رباعية الأبعاد. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, ibid, p, 317.

3-محمد عابد الجابري، المرجع السابق، ص، 353.

[1]- البيرت أينشتاين، **النظرية النسبية الخاصة والعامة**، المرجع السابق، ص، 105.

يبدو أنّنا لا نستطيع التحكم أو التلاعب أو التنقل عبر الزمن، على الرغم من أنّ الفيزياء تخبرنا بأنّ هذا البعد الرابع متشابه للأبعاد الثلاث الأخرى، بالنسبة للوجود البشري، يظهر كطريق باتّجاه واحد مع وجود قيود صارمة على السرعة، بصرف النظر عن عدم قدرتنا على التلاعب بخبرتنا الحالية مع الزمان، إلاّ أنّه بإمكاننا رصد وجود وحدانية الزمكان بالاعتماد على التجارب، إذا كنت تقوم بتدوير دلو من الماء على مسار دائري، فستعرف أنّه عند الوصول إلى سرعة معينة يمكنك تدوير الدلو بشكل كامل وجانبي دون أن يخرج الماء منه [1]، إذن فبعدما كان الزمان والمكان حقيقتان منفصلتان في الفيزياء الكلاسيكي ة، أصبح–مع **أينشتاين**–حقيقتان مندمجتان ولا يمكن فصلهما والتلاعب بهما

يعدّ الفيزيائي **هيرمان مينكوفسكي Hermann Minkowski (1864–1909م)**، من رواد معالجة العالم ذي الأربعة أبعاد، وقد أوضح كيف يمكن تطويق المطلق بالعودة إلى أصله الرباعي وهو ما جاء على لسان **أينشتاين**:<< وبالمثل فإنّ دنيا الظواهر ويسميها **مينكوفسكي** باختصار العالم، فطبيعي أن تكون رباعية الأبعاد (بالمعنى الزماني المكاني)لأنّها تتكون من حوادث فردية يعين كل فرد منها أربعة أعداد هي بالاسم ثلاثة إحداثيات مكانية س، ص،ش وإحداثية زمنية ز، والعالم بهذا المعني متصل لأنّه توجد بالنسبة لكل حادث حوادث مجاورة واقعية أو على الأقل يمكن تخيلها لا حصر لها إحداثياتها س، ص، ش، و تختلف بقدر ضئيل جدا عن إحداثيات الحادثة الأولى، س، ص، ش، ز>>[1]، فالتحولات التي تطرأ على الفواصل المكانية والزمنية في نظرية النسبية **Théorie de la relativité*** تنطوي على قاعدة أنّ المكان والزمان يشكلان جزئَين هامّين من الفيزياء لا مجرد مسرح تحدث بهما الحوادث، والواقع أنّ طريقة عمل هذه التحولات تؤكد على تشابك المكان والزمان معا في كينونة واحدة متكافلة يأخذهما متّصل واحد ذو أربعة

[1] **-https, Naas in arrabic.net/r/a/. 795 , 25/03/2018.**

أبعاد نسميه الزمكان، فلهذا السبب يرى الفيزيائيو ن أنّ العالم الذي نعيش فيه متصل رباعي الأبعاد، وهذا ما فعله **أينشتاين** حين طرح المتصل الزماني والمكاني الرباعي الأبعاد، بأنّه ليس كيانا واحدا يحلّ محلّه كيانين هما الزمان والمكان وليس مسرحا جديدا للوقائع الفيزيائية بل هو نظام من العلاقات بين الأحداث، يهدد تماما التصورات الكلاسيكي ة عن التتابع الزماني والتجاوز المكاني[2]، إذ يقول **أينشتاين** في هذا الصدد:<< من السهل أن نعمم كلّ ما قلناه على الحركة غير مستقيمة لكن بتناول الأبعاد الأربعة –لا إثنين منها وحسب– كي نصف حوادث الطبيعة، إنّ فضاءنا الفيزيائي كما نحسّ به عن طريق الأشياء وحركتها، ذا ثلاثة أبعاد، أيّ الموضوع الواحد يتعين بثلاثة أعداد، أما العدد الرابع الذي يمثّل زمن الحادث، فيتعلق إذن بالحادث الواحد حادثا بذاته، فعالم الحوادث متصل رباعي الأبعاد وليس في هذا شيء غريب>> [3]، أما كوننا لم نتعود النظر إلى هذا العالم بهذا المعنى فذلك راجع إلى لعب الزمان في الفيزياء الكلاسيكيةِ دورا مختلفا أو أكثر استقلالا إلاّ حين يقارن بإحداثية المكان.

إنّ الفيزيائي التقليدي يفكّ المتصل الرباعي الأبعاد إلى متّصل **CONTINU** مكاني ثلاثي الأبعاد ومتصل زماني وحيد البعد، لأنّه لا يهتم إلاّ بالتحول المكاني لأنّ زمنه مطلق وشامل كما يجد سهولة كبيرة في تفكيك المتصل الكوني الرباعي الأبعاد إلى مكان وزمان، ولتفسير ذلك، تخيل أنّ الجاذبيّة هي ناتجة لانحناء المكان **courbure du lieu**، وهذا ناتج من كون فروض النظرية النسبية العامة تستعيض بدلالة هندسة الزمكان، فبعيدا جدا عن مصادر الجاذبية، كالنجوم والكواكب، نجد الفراغ **vide** مسطحا بينهما قريبا من مصادر

---

[1]- البيرت أينشتاين، **النسبية الخاصة والعامة**، المرجع السابق، ص ص، 105، 106.

[2]– يمني طريف الخولي، **فلسفة العلم في القرن العشرين**، دط، هنداوي لنشر، القاهرة، مصر، 2012، ص، 194.

[3]–البيرت أينشتاين، **تطور الأفكار في الفيزياء**، مرجع سابق، ص، 153.

الجاذبية، ويكون منحنيا [1]، وللمقارنة نتخيل شكل المكان بالقرب من جسم ثقيل، وبتخيل كرة تتدحرج على هذا السطح، و بعيدا عن البئر الذي يمثل الشمس، تستطيع الكرة الحركة في خطّ مستقيم باعتبار المكان مسطحا، وعند مرورها من البئر، فإنّها تنحني باتّجاهه، وإذا توفرت للكرة السرعة المناسبة، بالنسبة للبئر فإنّها تستطيع الحركة في مدار البئر [2]، ومن هذه المقارنة نجد أنّ انحناء السطح هو الذي يجبر الكرة على إتباع مسار منحني يقترب من البئر، ويظهر هذا التأثير(أي: الانحناء) على جميع الأجسام مختلفة الأوزان والأحجام، ممّا يفسر تأثير الجاذبيّة المتساوي على الأجسام المختلفة وخلاصة ما سبق ذكره هي أنّ وجود المادة يؤدي إلى انحناء الزمكان، وسرعة الجسم تملي على الجسم كيفية تحركه.

فعند وجود الكتلة –سواء أكانت نجما أو كوكبا أو إنسانا–فإنّ الزمكان ينحني حولها بحيث يتعين على جسم ينتقل بالقرب منها اتّباع مسار دائري يقترب به إلى الكتلة، كما أنّ الحركة في خطّ مستقيم على سطح جسم كروي مستحيلة، فكذلك الحركة في خطّ مستقيم عبر الزمكان المنحني مستحيلة أيضا [3]، ينتج هذا التأثير الجاذبي الذي ندركه على أنّه تجاذب، إذ يدّعى في هذا الجواب أنّ التأثير يكون أكبر من 180 درجة بقليل على الرغم من أنّ المثلث مستوٍ(لأنّ مجال جاذبية الشمس يلفّ هندسة الفضاء ثلاثية الأبعاد حولها).

---

[1]– بول ديفس، **الجائزة الكونية الكبرى**، دط الهيئة العامة للكتاب سوريا، 2011، ص ص، 58، 59.

[2]– إبراهيم عبد الرحمان، **الكون والنظرية النسبية**، دط، قسم الفيزياء جامعة الملك فهد، السعودية،2007، ص، 12.

* نظرية النسبية: أحد الأسئلة الأساسية التي تطرحها الفيزياء على نفسها تتعلق بتماسك إدراك الظواهر والعلاقات التي توحدها – القوانين الفيزيائية –من قبل المراقبين الذين تختلف وجهات نظرهم، اعتمادًا على ما إذا كانت في حالة حرك الموجودة في أماكن مختلفة في الفضاء أو في أوقات مختلفة من تاريخ العالم. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, op, cit, p, 815.

[3]– بريان غرنين، **ثمار عقل واحد شكلت الحضارة بما هو أكثر**، ترجمة، ليلي الموسوي، مجلة العلوم عدد خاص مئة عام من النسبية، سبتمبر، 2015، ص، 36.

لقد ثبُتَ أنّ **أينشتاين** على حقّ [1]، فالفضاء منحنٍ بشكل ثابت ولا يمكن لأيّ محاولة جعله متبوعا لقواعد الهندسة الإقليدية.

تتعامل نظرية **أينشتاين** في النسبية العامة **Relativité générale*** مع المجال الجاذبيّ على أنّه حقل تشوهٍ هندسيٍّ وانحناء واعوجاج في الزمكان، فلا تخضع الأجسام الساقطة في هذه النظرية لقوى ثقالية بل تسلك المسار الأكثر استقامة ويسمّى الخطّ الجيوديزي**Géodésie** في زمكان منحنٍ، ففي نظرية نيوتن للجاذبية تدور الكرة الأرضية حول الشمس لأنّ ثقل الشمس التي تجبرها على الحيود عن خطّ حركتها المستقيم الطبيعي، أمّا في نظرية **أينشتاين** فلا توجد قوة جاذبية لأنّ الشمس تحدث تكورا في الزمكان المجاور لها، وفي هذا الزمكان المنحني تسير الأرض على خطّ جيوديزي أحد مستقيمات الزمكان المنحني[2]، تعالج الجاذبية هنا كمفعول هندسي لأنّها تشمل الكون كلّه، وهي تؤثر في الأجسام كلّها، وتعدّ سمة تسارع الأجسام بنفس المعدل السمة الأساسية لها، فإذا أسقطنا جنبا إلى جنب كرة مضرب صغيرة وكتلة من المعدن مختلفة من الوزن فسوف نجد أنّ معدل التسارع متساوٍ ومتناسب مع كتلتيهما.

4-3- الجاذبيّة وانحراف المكان:

لقد أخذ **أينشتاين** بأفكار هندسة **ريمان Bernhard Riemann (1826-1866)***، التي تفترض انحناء السطح، متغاضيا عن هندسة إقليدس-التي تأخذ بها الفيزياء الكلاسيكية- لافتراضها سطحية المستوى وهو ما نستخلصه من قول **أينشتاين**:<< إنّ إدخال مجموعات الإحداثيات المتسارعة **Coordonnées accélérées** بالنسبة إلى بعضها البعض كمجموعات متساوية قانونيا -كما تبدو مقيدةً بتماثل القصور والوزن- يؤدي

[1]- بول ديفس، المرجع السابق، ص، 58.

[2]- بول ديفس وجوليان بروان، **الأوتار الفائقة نظرية كل شيء**، ترجمة أدهم السمان، ط1، دار طلاس، سوريا، 1993، ص، 23.

متفقا مع نتائج نظرية النسبية العامة إلى نتيجة مفادها أنّ القوانين التي تحكم ترتيب الأجسام في المكان –عندما تكون المجالات الجاذبيّة موجودة– لا تنظِّر قوانين الهندسة الإقليدية>>[1]، وبهذا يثبت أنّ هندسة **إقليدس**–التي تسطّح المستوى– لا تصلح لتفسير ظواهر الكون جميعا، أمّا فرضية انحناء الفضاء فيحلّ مشكلاً عجزت الفيزياء الكلاسيكي ة عن حلّها. تغيّر كلّ هذا مع النسبية العامة فاقترح أينشتاين فكرة لفّ مجال الجاذبيّة الفضاء، ممّا يستدعي بالضرورة استخدام الهندسة اللاإقليدية لوصفه.

لكن ماذا يقصد **أينشتاين** بالفضاء المنحني L'espace courbe؟، إنّ إحدى الطرق لتخيله هي التفكير في مثلث مرسوم حول الشمس، ومن الضروري أن يكون هذا المثلث مثلثا مستويا (أي: يقع على سطح مستوي)، الآن نقوم بقياس زوايا المثلث ونضيفها إلى بعضها البعض، فإذا كانت هندسة **إقليدس** تنطبق على هذا الوضع فستكون النتيجة 180درجة، لكن هذا مألوف عند الفيزيائي الكلاسيكي، أمّا الفيزيائي النسبوي فيرى أنّ المكان والزمان متغيران من مرجع إلى آخر [2]، وهو في الحقيقة ما يخبرنا عنه **أينشتاين** في هذا القول: **<<** إنّ عالم الحوادث يمكن شرحه حركيا في صورة تتغير مع الزمان وتسقط على خلفية من المكان ثلاثي الأبعاد، كما يمكن أن يُشرح في صورة سكونية تسقط على خلفية من المتصل الرباعي الأبعاد، والصورتان متكافئتان في الفيزياء التقليدي ة، لكنّ الفيزياء النسبية ترى الصورة السكونية أكثر ملائمة وأكثر موضوعية، ومع ذلك يمكن إذا شئنا–حتى في نظرية النسبية أن نستخدم الصورة الحركية، ولكن يجب أن لا ننسى أنّ التقسيم إلى زمان ومكان منفصلين ليس ذا معنى موضوعي لأنّ الزمان ليس مطلق>>[3]، ففي المتصل الزمكاني الرباعي الأبعاد

---

[1]– ألبرت اينشتاين، **العلم للجميع أفكار وأراء**، مرجع سابق، ص، 12.

[2]– بول ديفيز، المرجع السابق، ص، 58.

[3]– البيرت اينشتاين، **تطور الأفكار في الفيزياء**، مرجع سابق، ص، 154.

قد يصبح الزمان مكانا والمكان زمان، فلم تعد المسافة هي البعد بين نقطتين في مكانين بصورة بحتة، بل هي البعد بين نقطتين متحركتين أو حادثتين تفصل بينهما فترة زمنية بالإضافة إلى الفترة المكانية، بحيث تأتي المسافة بجمع مربع الطول مع مربع العرض ثم مربع الارتفاع ثم طرح الفاصل الزمني في ذلك [1]، وفي هذا يمكن تحديد المسافات ذات الأبعاد الأربعة بتعميم بسيط فقط، لأنّ هذه المسافة تلعب دورا أساسيا في العلاقات الفيزيائية بين الإحداثيات الكونيّة **Coordonnées cosmiques** أهمّ من الدور الذي يلعبه الفاصل الزماني وحده.

4-4- الإثباتات التجريبية للجاذبية عند اينشتاين:

عند مقارنة القياسات المقامة على مواقع النجوم الواقعة على خطّ بصري قريب من حافة الشمس خلال كسوف كلّي مع قياسات نفس النجوم أثناء غياب الشمس، يتبين أنّ الضوء الصادر عن النجم الكبير ينحني قليلا عند مروره المقترب من حافة قرص الشمس ذي الكتلة الكبيرة، وبعبارة أخرى نقول أنّ النجوم القريبة من الشمس تبدو كما لو تحركت بعيدا عن الشمس وعن بعضها البعض، وهذا الشيء لا يمكن ملاحظته في الأحوال الطبيعية، فحقل الجاذبيّة للشمس يغير مسار الفوتونات **Photons***، ويجعلها تنحني باتّجاه الشمس، وقد وجد بالقياس أنّ مقدار انحراف الضوء **DIFFRACTION**** عند قرص الشمس يعادل 1.75 ثانية قوسيه وهو يتفق مع ما تنبأ به **أينشتاين**، والواقع أنّ أول شاهد تجريبي يقوي ويعزز هذا الطرح هو الذي جاء به اللورد **آرثر ادينغتون Arthur Eddington (1882-1944م)**، أثناء الكسوف الكليّ في 29 أيار سنة 1929م في جنوب إفريقيا، وهو من أعظم علماء الفلك في النصف الأول من القرن العشرين ويعتبر من رواد الفيزياء النسبية وممّن قاموا بتطويرها في كتابه **المكان والزمان والجاذبية** سنة 1920م،

4- يمني طريف الخولي، المرجع السابق، ص ص، 195،196.

والنظرية الرياضية في النسبية سنة 1922م، وقد نظّم رحلة إلى جنوب إفريقيا لرصد كسوف الشمس وإجراء القياسات، فكانت النتائج موافقة لما تنبأ ب ه **أينشتاين** ومخالفة لما توقعه جموع العلماء، فبفضل بعثة **ادينغتون** اجتازت الجاذبيّة الاختبار العسير[1].

إنّ الضوء المرئي هو طيف من الأطياف الكهرومغناطيسي ة مثل الأشعة تحت الحمراء**rayons infrarouges****، وغيرها من الأطياف الأخرى المعروفة، تنتقل جميع هذه الأطياف بسرعة واحدة (سرعة الضوء)، وبالمصادفة أو بالخطأ يستطيع البشر رؤية هذه الأطياف فقط وتسمى بالضوء المرئي. تنتقل جميع الأطياف الكهرومغناطيسي ة بواسطة جسيمات أولية صغيرة تسمى الفوتونا ت، وبشرح بسيط تخلق هذه الفوتونا ت بواسطة تغير يحدث في طاقة الالكترونات، ولا تمتلك الفوتونا ت كتلة ساكنة فهي مجرد طاقة متنقلة، لكن تخبرنا معادلة أينشتاين السابقة المتعلقة بالتكافؤ بين الكتلة والطاقة **énergie** والمشيرة إلى أنّ الطاقة تتحول إلى كتلة نسبية أثناء تسارعها، أنّ هذا ما يحدث تماما للفوتنات فبامتلاكها الكتلة النسبية تستطيع جذب الأجسام الأخرى، وعليه تستطيع الأجسام جذب الضوء –ويعتمد مقدار الجذب على كتلتها– ولإثبات صحة نظريته اقترح أينشتاين مراقبة الضوء القادم من نجم بعيدٍ المارِّ على الشمس، لاعتقاده النظري بوجود انحناء لمصدر هذا الضوء، وهو بالفعل ما تحقق.وكان أول من استطاع إثبات وجود هذه الانحناءات [2]، هو **ادينغتون** كما سبق وأشرنا إلى ذلك.

*الفوتون: هو كمية الطاقة في المجال الكهرومغناطيسي الكمي. على هذا النحو، فهو أحد العناصر غير المكونة للضوء ولكن العناصر الظاهراتية المرتبطة بازدواجية الموجة والجسيم إنه يشارك في ازدواجية هائلة وليس في ثنائية وجودية. الضوء لا يتكون من الفوتونات. الفوتون يمكن ملاحظته بالعين المجردة. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, op,cit, p, 732.

** انحراف الضوء : نسمي الحيود أي ظاهرة لا ينتشر فيها الضوء في خط مستقيم في وسط معامل انكسار ثابت ، أي انتشار غير مستقيم لا يمكن تفسيره على أنه انعكاس أو انكسار. Ibid, p, 246.

[1]- www. saaa-sy.org

[2]– إبراهيم عبد الرحمان، المرجع السابق، ص ص، 12، 13.

إنّ الإثباتات الأخرى للجاذبية عند **أينشتاين** تتعلق بدوران مستوى مدار كوكب عطارد**Mercure**، فكوكب عطارد هو أقرب الكواكب إلى المجموعة الشمسية، لذلك فإنّ تأثيره بجاذبيتها يكون كبيرا، وقد لاحظ عالم الفلك الفرنسي **اوربان لوفيريي Jean Joseph Verrier Urbain(1811-1877)**، في منتصف القرن الثامن عشر أنّ كوكب عطارد لا يتبع المسار المتوقع في قانون **نيوتن**، ومع حركة الكواكب ذي المدار البيضاوي**L'orbite elliptique**، وجد أنّ المدار نفسه يدور ويغير اتّجاهه باستمرار، بزاوية مقدارها 40 ثانية في القرن أي أنّ الأمر يحتاج إلى ثلاثة ملاين سنة لكي يُتم مستوى المسار في دورة كاملة، وقد أرقت هذه الظاهرة الفلكين لدرجة أنّهم بدئوا بالبحث عن كوكب أخر قريب من عطارد يؤثر على حركة المسار للكواكب، ولهذا فإنّ أولا لأشياء التي حاول **أينشتاين** حسابها للتأكيد على نظريته هو حساب حركة مدار كوكب عطارد، فأدرك بحدسه الثاقب أنّه إذا توقع من حساباته طريقة حركة الكواكب حول الشمس بدقة، فإنّ نظريته سوف تعتبر صحيحة وتلقى قبولا، وتبعا لنظرية النسبية العامة فإنّ الفراغ البعيد عن الشمس يصير مسطحا تقريبا، وبالتالي فإنّ مسار الأجسام سيصبح خطّا مستقيما وبالقرب من الشمس، سيستحيل مسار الكواكب منحنيا نظرا لانحناء الفراغ، ولهذا وصفت نظرية **أينشتاين** المسار البيضوى لكوكب عطارد بدقّة وحسبت أيضا زاوية دوران مستوى مداره بالقيمة 43 ثانية كلّ مائة عام، ويعدّ هذا التفسير البارع لتأثير انحناء الزمكان واحدا من الشواهد التي تؤكد نظرية الجاذبية[1]، فكل هذه الإثباتات تؤكد على مدى صحة نظرية **اينشتاين** فى الجاذبية.

---

* الثقوب السوداء: منطقة من الزمكان لا يمكن لمراقب بعيد رؤيتها لأن الضوء محاصر هناك بواسطة مجال جاذبية قوي. يُطلق على حدود هذه المنطقة اسم أفق الحدث لأنه يفصل الأحداث داخل الحفرة عن الأحداث الخارجية. يمكن أن يتشكل الثقب الأسود نتيجة لانهيار الجاذبيّة لنجم هائل. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, op, cit, p938.

1-إبراهيم عبد الرحمان، مرجع سابق، ص، 12.

لقد نجحت جاذبية **أينشتاين** في وضع العديد من التفسيرات للافتراضات الهامة في الفيزياء الفلكية، مثل وجود الثقوب السوداء **trous noirs***،(مناطق من الفضاء ذات جاذبية قوية يتشوه المكان والزمان فيها بطريقة لا تسمح بهروب أيّ شيء حتى الضوء)، وقت نهاية النجوم الكبيرة، وتوجد العديد من الأدلة تثبت أنّ الإشعاع الشديد يصدر من أنواع محددة من الأجسام الفلكية بسبب الثقوب السوداء، فعلى سبيل المثال ينتج النجم الزائف الأصغر، وتنتج نواة المجرة النشطة **Noyau galactique**من وجود الثقوب السوداء النجمية والثقوب السوداء فائقة الضخامة على التوالي، ومن الممكن أن يقود انحناء الضوء بضوء بالجاذبية إلى تشكل عدسات الجاذبيّة المؤدية إلى ظهور عدّة صور مرئية لنفس الجسم الفلكي البعيد في السماء، وأضافت فكرة تقعر الفراغ **Concavité vide** بوجود المادة، وهو الأمر الذي أثبت عندما تحقق تنبؤ **أينشتاين** بالتباعد الظاهري لنجمين في فترة كسوف الشمس **Éclipse solaire** وذلك يعود إلى تشوه مسار الضوء القادم من النجمين بسبب مرورها قرب الشمس ذات الكتل العالية نسبيا وبالتالي تقوس خطّ سير الضوء القادم من النجمين، كما تنبأت جاذبيّة **أينشتاين** بوجود أمواج جاذبية **Des vagues attrayantes** تلك التي لوحظت وقته ا بشكل غير مباشر ولا يزال رصدها بشكل مباشر هدف بعض المشاريع مثل ليغو، ومشروع وكالة الفضاء الأمريكية، ووكالة الفضاء الأوربية، بالإضافة إلى ذلك تمثل الجاذبيّة عند **أينشتاين** الأساس لنماذج علم الكون الفيزيائية الحالية لكون دائم التوسع[1].

* إزاحة دوبلر : هو إزاحة التردد لموجة (ميكانيكية ، صوتية ، كهرومغناطيسية أو ذات طبيعة أخرى) يتم ملاحظتها بين القياسات عند الإرسال والاستقبال، عندما تكون المسافة بين يختلف جهاز الإرسال والاستقبال بمرور الوقت
* http://sc.egyres.com/5W4bD 12/03/2012, 12h

1- لومير هاجر، **النسبية العامة**، دط، المركز الوطني للمتميزين، سوريا، 2016، ص10.

أمّا توقعه الرابع لتأكيد نظريته في الجاذبيّة فهو إزاحة الجاذبيّة الحمراء **Gravité rouge**، وقد توقع ذلك بسبب تأثير جاذبية الأجسام على الزمن وتبطئيه، فعلى سبيل المثال: الساعة بالدور الأرضي لمبنى قريب من الجاذبية، تكون دقاتها أبطء من دقات الساعة بالأدوار العلوية البعيدة عن الجاذبية، بالطبع فإنّ إحساسنا بهذا التغير يكون منعدما نظرا للتغير الطفيف جدّا بقيم الجاذبيّة قريبا من الأرض، وبالمقارنة فإنّ تردد موجات الضوء**ondes lumineuses** تعمل على دقات الساعة حيث أنّنا نستطيع حساب عدد ذبذبات الضوء**impulsions lumière**المار بالثانية لذلك فان الشعاع الضوئي **Rayon lumière**، ذات التردد الثابت، والمنطلق من مركز الجاذبيّة يزداد الطول الموحي إلى اللون الأحمر، والزيادة في الطول الموجي هي إزاحة الجاذبيّة الحمراء أو الإزاحة الحمراء **لأينشتاين Offset rouge**، وقد تمّ قياس هذا التأثير عام 1960م بواسطة العالمين (باوند) و(ربيكا)، وذلك باستخدام أشعة جاما **Rayons gamma**، والإزاحة المقاسة علميا بواسطتهما تعتبر صغيرة مقارنة مع الإزاحات الناتجة عن طيف النجوم عالية الكثافة مثل: نجوم الأقزام البيضاء **Nains blancs**. ولنا ملاحظة مهمّة وهي ضرورة عدم الخلط بين إزاحة الجاذبيّة الحمراء وإزاحة دوبلر **L'effet Doppler***، حيث إنّ الأخيرة تتطلب حركة مصدر الضوء قربا أو بعد من المراقب، عكس الجاذبية التي تتسبب في تمدد الزمن**Dilatation du temps** ولا تتطلب أيّ حركة من المصدر والمراقب[1].

[1]- إبراهيم عبد الرحمان، مرجع سابق، ص14.

الفصل الثاني: الجاذبية بالمفهوم الأرسطي.

1- مدخل إلى الفيزياء الأرسطية.

2- مفهوم الحركة ولوازمه١.

3- بنية العالم المادي الأرسطي.

4- التعبير الأرسطي للجاذبية.

1-مدخل إلى الفيزياء الأرسطية:

1-1- **مفهوم الطبيعة:** إنّ ما يقصد به بالفيزياء في الفكر اليوناني ليس كما نفهمه اليوم نحن، أي هي دراسة المادة الجامدة والمادة الحية بشكل منفصل، وإنّما كانت الفيزياء اليونانيّة تدرس المادة الحية والجامدة ككلّ متجانس، لا انفصال فيه وفق لمبدأ موجود وهو مبدأ الحركة، لأنه انطلاقا من هذا المبدأ يمكن تحديد طبيعة الموجودات الطبيعية، كما تتميز الفيزياء اليونانيّة عن الفيزياء المعاصرة في بناء اليونانيين معرفتهم في هذا المجال انطلاقا من التجربة والملاحظة الحسية، فكل ما يرونه بالعين المجردة يدرسونه، أمّا الشيء الذي لا تراه العين المجردة فيستحيل معرفته [1]، ومن هنا تظهر سطحيّة الفيزياء اليونانيّة وبساطتها المبنية على الوصف للظواهر الطبيعية، والخبرة اليومية الناتجة عن ملاحظة الظواهر بالعين المجردة.

وكنموذج لهذه الفيزياء نجد **أرسطو** يجمع بين كلّ ما هو جامد وحيّ، كما كان يدرس الكلّ كوحدة منسجمة، فما يعنيه **أرسطو** بالفيزياء ليس ذاتها الفيزياء المعاصرة، (أيّ: دراسة قوانين حركة المادة غير الحية) بل بالعكس ففيزيائيه تعني الطبيعة، ويعني بها اتّجاه أيّ كائن نحو النمو، لأنّه ألف بين الحركات التي لا حياة لها وبين حركة الحيوانات، فقد كانت هذه الخاصية الأساسية لنظرية العلم الطبيعي (الفلسفة الثانية) عند **أرسطو**[2]، فعدم التمييز بين الحركات في المادة الحية والجامدة، هو ما دفع بأرسطو إلى بناء فيزياء هدفها دراسة أجسام الطبيعة على اختلاف وجودها، وتطبيق نفس القوانين، فكلّ ما يحدث على المادة الحية يصلح حدوثه أيضا على المادة الجامدة حسب المفهوم الأرسطي للطبيعة.

إنّ تاريخ الفيزياء يذكر أنّ ظهور علم الفيزياء كعلم له موضوعه ومنهجه عائد إلى بداية إدخال الأساليب العلمية عليه، كالطرق الرياضية والتجربة المخبرية، كما تنسب بداية

---

[1]-Jean Claud Fraisse**, la nature**, la Gaya science, paris, 2011, p, 07.

[2]- عبد الفتاح غنيمة، **العلوم الطبيعية النظريات الذرية والكوانتم والنسبية**، دط، دد، مصر، دت، ص، 22.

الظهور الحقيقي لهذا العلم أيضا إلى **غاليليو** على اختلاف شاكلته [1]، لأنّ كتب الفيزياء وعلى اختلافـها لم تتطرق إلى علم الفيزياء في الحضارات السابقة، وإنّما تطرق ت إلى المحاولات والإرهاصات الأولى التي ساعدت في ظهور هذا العلم وكيفية نشأته وتطوره، إلى غاية مجيء **غاليلي** الذي تمكن من وضع الأسس والقواعد العامة لهذا العلم، بإدخال الأساليب الرياضية، والتجريبية، أما ما قبل ذلك فيندرج في خانة المحاولات.

لقد قلنا فيما سبق أنّ **أرسطو** من البارزين الذين تكلموا عن الطبيعة أو الفيزياء، ففي كتاب **الميتافيزيقيا**، قدّم مفاهيم مختلفة للطبيعة من بينها:<< الولادة والنمو>> [2]، ومن خلال هذا التعريف يظهر أنّ الطبيعة –عند أرسطو– تعني الظهور الأول والبداية الأولى لجميع الموجودات الطبيعية على اختلاف أنواعها، كولادة الطفل والحيوانات...الخ، أو هي المرحلة الأولى في تشكل الأشياء الطبيعية، أمّا النمو فيقصد به النشوء والارتقاء أي: الانتقال من مرحلة إلى مرحلة أخرى، كانتقال الطفل من مرحلة الطفولة إلى مرحلة الشباب أو انتقال النبات من بذرة إلى نبتت كاملة، وهذا الانتقال تصطحبه جملة من التغيرات والتطورات، وتقريبا هذا هو المعنى الذي استخدمه **ابن رشد** فهو يرى أنّ الطبيعة اسم يدلّ على مجموع الظهور والنشوء لشيء في شيء أخر أو من شيء آخر [3]، إذن هذا هو المفهوم الذي ذهب إليه المعلم في كتابه **الميتافيزيقا**، وبالتحديد في مقالة الدالّ.

أما في كتاب **الطبيعة**، وبغرض تحديد مجال موضوعات الفيزياء المقترحة للدراسة، جاء مفهوم الطبيعة على لسان **أرسطو** بالشكل التالي:<<من بين الكائنات التي نشاهدها، هناك كائنات توجد بفعل واحد وأخرى عن طريق علل مختلفة>> [4]، ويظهر أيضا من خلال

---

[1]-jean Claud Fraisse**,** **la nature**, op, cit, p, 8.

[2]- Aristote, **la métaphysique**, op,cit, p, 113.

[3]– أبي الوليد بن احمد بن محمد ابن رشد، **تفسير ما بعد الطبيعة**، دط، المطبعة الكاثوليكية، بيروت، لبنان،1938، ص ص، 308–310.

[4]-Aristote**,** **la physique tom1**, traduction J-Barthélemy Saint-Hilaire, libraire philosophique de la dranange, paris France, p,1.

هذا القول تمييز **أرسطو** بين نوعين من الكائنات، النوع الأول هو الذي يحدث بفعل الطبيعة، أمّا النوع الثاني فيحدث بعلل مختلفة ومن بين هذه العلل: الصدفة والفن والتقنية والذكاء، ومن جهة أخر يبدأ في تحديد الأشكال الأساسية للكائنات الطبيعية فيقول:<< فالطبيعة هي التي تحدد الحيوانات وأقسامها وممّا تتكون، كما تحدد النبات والأجسام البسيطة، كالتراب والنار، والهواء، والماء، فنقول إذن: إنّ هذه الكائنات هي من نفس النوع وتوجد بالطبيعة>>[1]، فالهدف الذي أراد المعلم إبلاغه من خلال هذا التقسيم للكائنات الطبيعية هو تحديد مفهوم الطبيعة تحديدا دقيقا حتى لا يختلط مع المفاهيم الأخرى للطبيعة ، كما وجد أنّ القاسم المشترك بين هذه الكائنات هي الطبيعة، وبدون معرفة الطبيعة فإنه يستحيل معرفة الكائنات، لذلك وفي كثير من الأحيان يذهب **أرسطو** في تأكيد أفكاره إلى استخدامها في أكثر من موضوع، وذلك من أجل التوضيح.

بعدما حدد المعلم أسباب وعلل الكائنات وأنواعها، بدأ في صياغة المفاهيم التي توضح معنى الطبيعة، والشيء الملاحظ في هذه المفاهيم عدم استقرارها على مفهوم واحد فيقول:<< فالطبيعة يمكن أن ندرجها كمبدأ وكعلة للحركة والسكون، ويكون هذا المبدأ مبدأ ذاتيا وعرضيا>>[2]، فالحركة والسكون هما علّة الكائنات الطبيعية، وانطلاقا من الحركة نحدد طبيعة هذا الكائن، فطبيعة الإنسان هي الحركة وطبيعة الحجر هي السكون في مكانه الطبيعي والاستقرار في الأرض، ولكن هذه الحركة تختلف من كائن إلى أخر، فحركة الإنسان هي التحرك وفق مبدأ ذاتي وهذا المبدأ داخلي، أما حركة الحجر فهي حركة عرضية بفعل عامل خارجي فقد يكون الإنسان سبب تحركه.

أمّا التعريف الثاني الذي قدّمه في نفس الكتاب فهو يندرج في نفس السياق الذي حدد به **أرسطو** الطبيعة فيقول:<< ونقول أيضا أنّ الطبيعة هي المادة الأولى التي توجد في

---

[1]-, Aristote**, la physique tom1**, op, cit, pp, 1-2.

[2]- Ibid , pp, 2-3.

جميع الأشياء، التي لها نفس مبدأ الحركة والتغير>> [1]، فالمادة الأولى أصل جميع الموجودات الطبيعية، والمادة الأولى للتمثال هي البرونز أو الرخام، والمادة الأولى للكرسي هي الخشب، إذن فالمادة الأولى لا هي نار أو ماء أو هواء أو تراب أو أيّ جسم محسوس، ولكن بالقوة هي جميع هذه الأجسام، لأنّه انطلاقا من هذه المواد الجزئية يمكن أن تشكل المادة الأولى انطلاقا من المبدأ الأول [2]، وأيضا النحاس بالنسبة لتمثال هو المادة الأولية له، والذهب والنحاس بالنسبة للماء، فالماء إذن هو المادة الأولى لجميع السوائل، فعند ذوبان الذهب والنحاس يصبحان جزءًا من الماء، أو كالعظام بالنسبة للتراب [3]، فالمادة وعلى اختلاف أشكالها حسب المعلم هي المكون الرأسي للموجدات الطبيعة، كما تعدّ العلة الأولى وبدون المادة الأولى فيعني أنّ الموجِدات كلّها تفتقر إلى مكون أساسي لها.

أما التعريف الثالث الذي قدمه **أرسطو** للطبيعة في نفس الكتاب دائما فهو:<< إنّ الطبيعة هي الصورة>> [4]، فالصورة هي الشكل النهائي الذي تقدمه لجميع الموجودات الطبيعية أو هو التغير من حالة إلى حالة أخرى فصورة الخشب هي الشكل الذي يعطيه النجار للخشب فيصبح سريرا أو كرسيا، أو البرونز الذي يعطيه الفنان صورة فيصبح تمثالا على هيئة محددة، إذن فالصورة هي الغاية التي يصل إليها الموجود الطبيعي، لأنّ النهاية تتطلب دائما الوسائل للوصول إليها، وشرح الطرق المختلفة يؤدي إلى الهدف المرسوم ولا تتحقق هذه الغاية إلا بالصورة [5]، إذن فالصورة عند **أرسطو** هي الشكل النهائي الذي تقدمه للموجدات الطبيعة بغض النظر عن طبيعة هذا الموجد.

---

[1]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit,, p, 06.

[2]- Pierre Duhem, **le système du monde**, édition libraire scientifique, tom1, paris, France, 1913, p, 156.

[3]- Guy de la Porte, **la physique d'Aristote**, commentaire de Thomas d'Quin, édition harmattan, France, 2008, p, 123.

[4]- Aristote**, la physique tom1**, op, cit, p, 7.

[5]- Guy de la Porte**, la physique d'Aristote**, op, cit, p, 123.

أرسطو حقيقة فيلسوف يجمع بين الصورة والمادة ولا يفصل بينهما عكس أستاذه **أفلاطون** الذي يفرق بينهما، لذلك يقول:<< إنّ الموضوعات الطبيعية تأتي عن طريق اتّحاد الصورة والمادة>> [1]، ونجد هاذين المبدأين أي الصورة والهيولى متحدتان اتّحادا جوهريا ليكونا موجودا واحدا، كما نجد كلّ واحد مفترقا عن الآخر بحيث لا يمكن فصل أحدهما عن الأخر، وكل ما يمكن أن نفعله بصددهما هو تصورهما منفصلين في الذهن فقط، كما أنّ فكرة الفصل بينهما ستنطبق على فكرة فصل النفس على الجسم، فالجسم يمثّل المادة والنفس تمثّل الصورة، وفصل النفس عن الجسم تحطيم للجسم نفسه، كما لا يمكن تصور صورة قائمة بذاتها لأنّها دائما تبقي بحاجة للمادة، وأمّا انفصال المادة والصورة فنستخلصه فقط من الصورة المعقولة التي من طبيعتها ألاّ تحتاج إلى أي مادة تحددها كالله والعقول التي تدبر الكواكب وتحركها[2]، **إنّ أرسطو** في هاد الباب يؤكد على أحد أهم الأسس التي ترتكز عليها فلسفته، إلاّ وهو اتّحاد الصورة مع المادة.

كما لا يمنع هذا **أرسطو** من القول بأنّ الصورة لها أسبقية على حساب المادة وهو ما يظهر لنا من خلال هذا القول:<<... الصورة هي شيء طبيعي موجود بالفعل...أما المادة فهي شيء طبيعي موجود بالقوة>> [3]، إنّ الصورة هي تحقيق للفعل فالتمثال قبل أن يصبح تمثالا يكون صورة فقط في ذهن الفنان أو النحات، ولكي يصبح تمثال في شكل هيئة محددة يجب أن يكون هناك فعل، أمّا المادة فهي تمثّل القوة فالنحاس مثلا موجود بالقوة ولكن لكي يصبح تمثالا يجب أن يرفق بفعل أي أنّ القوة دائما تحتاج إلى الفعل لتصبح فعلا وعدم تدخل الفعل على القوة تبقي المادة دائما كما هي، إنّ كلّ موجود طبيعي موجود بالقوة لا يخرج إلى الفعل إلاّ بفضل موجود أخر وهو الفعل.

1-2- موضوع الطبيعة:

---

[1]- Aristote, **la métaphysique**, op, cit , p, 114.

[2]- محمد على أبو ريان، **أرسطو والمدارس المتأخرة ج2**، دط، دار المعارف، الإسكندرية مصر، دت، ص ص، 67-68.

[3]- Aristote**, la physique tom1**, op, cit, p, 08.

لم يقف المعلم عند مفهوم الطبيعة فقط ، وإنّما ذهب أبعد من ذلك حيث تطرق إلى نقطة مهمة وهي بماذا يجب الاهتمام في الطبيعة ؟، فيقول:<< في الوقت الذي نعرف فيه الطبيعة، نحن نتردد في معرفة بماذا يجب أن يهتم الفيزيائي، لأنه لا يجب أن يهتم فقط بالنتائج المشتركة>>[1]، **فأرسطو** هنا يطرح سؤالا مهمّا وهو: بماذا يجب أن يهتم الفيزيائي؟ ويجيب أنّ عليه الاهتمام بكلّ مواضيع الطبيعة بما فيها الصورة والمادة، لأنّه حسب اعتقاده دائما فلو درسنا الموجودات الطبيعية كلها حسب تركيبها فسوف نصبح إزاء علمين مختلفين، لذلك ولمعرفة موضوع الطبيعة وجبّ علينا الاهتمام دائما بالصورة والمادة.

كما يستشهد بذلك من خلال الفلاسفة السابقين عليه إذا يقول:<< فعندما نتأمل موقف الفلاسفة القدماء يجب أن نسلم بأنّ موضوع الفيزياء هو المادة فقط، لأن **ديمقريطس وانبذوقليدس** أهملوا مسألة الصورة والماهية>>[2]، وعليه ينبهنا **أرسطو** في هذا القول إلى عدم استطاعة الفلاسفة الذين سبقوه في دراسة الطبيعة والوصول إلى حقيقة الأشياء، لاهتمامهم فقط بالجانب المادي للموجودات الطبيعية، وأهملوا الجانب الماهوي، يظهر من موقفه صحّته إلى حدّ بعيد لأنّ الأول قال بأنّ الذرات اللامتناهية العدد اللامنقسمة هي أصل الوجود، أما الثاني فقد قال بأنّ العناصر الأربعة هي التي تحدد شكل المادة، لذلك يرى أنّ موقفهم ضعيفا في البحث عن أصل وعلة هذا الوجود.

كما يدعم فكرته هذه بمجموعة من الحجج العقلية في كتابه **الطبيعة**، حيث استقينا ثلاثة حجج أساسية في هذا الموضوع وأولى هذه الحجج هي أن:<< الطبيعة تقليد للفن>> [3]، فقد أراد المعلم الوصول إلى فكرة صناعة الأشياء الطبيعية بطريقة فنية، فالبناء مثلا الذي يبني منزلا يجب أن تتوفر لديه أولا مهارة البناء، إضافة إلى المادة الأولية المستعملة في عملية البناء، زائد الصورة التي يرسمها في ذهنه عن المنزل، وعن طريق المهارة يستطيع

[1] - Aristote, **la physique tom1**, op,cit,, p, 14
[2]- ibid, p, 14.
[3]-ibid, op,cit , p, 14.

تحقيق ذلك وهو بناء منزل، وهو ما يؤكد لنا على أنّ **أرسطو** يجزم بأهمية الفن في تحديد طبيعة الموجودات الطبيعية عن طريق المادة والصورة.

أما الحجة الثانية:<< إنّ الطبيعة هي الغاية النهائية للأشياء>> [1]، يتضح أنّ الغاية هي الهدف النهائي من الموجودات الطبيعية ، وهذه الغاية لا تتحقق إلاّ بواسطة الصورة، لأنّ الصورة هي التي تعطي الأشكال النهائية للأشياء الطبيعية كما لا يمكن أن تتحقق هذه الغاية بالصورة وحدها، وإنّما يجب أن تكون مرتبطة مع المادة، إذن المادة هي وسيلة بالنسبة للصورة التي هي الهدف النهائي للطبيعة[2]، أما الحجة الثالثة، فلم يذكرها هو مطلقا وإنّما وجدناها عند شارحه **توما الايكوني** في شرحه الفيزياء الأرسطية الذي يقول:<< إنّ المادة لها جانب سلبي ولكي تكون كاملة يجب أن تبقى مرتبطة مع الصورة>> [3]، أي أنّ النقص الموجود في الموجودات الطبيعية يرجع إلى المادة، ولكي تكون كاملة يجب أن تبقى على اتّصال دائم مع الصورة لأنّ الصورة لها جانب إيجابي وتعبر عن الموجدات الطبيعية بكمال نهائي، ويؤكد هذه الحجة **اوغستين مينسون** فيقول:<< إنّ المادة هي الجانب السلبي بالنسبة للصورة>> [4]، فالصورة لها أشكال مختلفة، عكس المادة التي لها شكل واحد ولكي تكون في عدة أشكال مختلفة يجب أن تتبع للصورة لأنّ هذه الأخيرة هي التي تعطيها هذه الأشكال.

3-1 الطريقة المتبعة لدراسة الطبيعة:

فبعدما حدد **أرسطو** مفهوم الطبيعة وموضوعها، ينتقل إلى خطوة أخرى أكثر أهمية، وهي كيفية البحث في الطبيعة، لذلك حدد مجموعة من الشروط لنتبعها والغرض منها هو فهم موضوعات الطبيعة، وأيضا من أجل تسهيل تقسيم وتصنيف موضوعات الطبيعة، وهو

---

[1]- Aristote, **la physique tom1** , op,cit p, 15.

[2]- Guy de la Porte, **la physique d'Aristote**, op, cit, p, 132.

[3]- ibid, p, 133.

[4]- Auguste Maison, **introduction a la physique d'Aristote**, édition Félix alcane, paris France, 1913, p, 106.

ما جاء في قوله:<< كيف ننجح في فهم ومعرفة أي شيء في الموضوعات الممنهجة، أين توجد المبادئ، والعلل والعناصر، في الوقت الذي نعرفها، لذلك لا نفكر أبدا في معرفة الأشياء إلا إذا كنا نعرف، العلل الأولى والمبادئ الأولى وإلى غاية العناصر الأولى وهو ما ينطبق على الطبيعة>>[1]، إنّ المعلم في هذا القول يريد أن يصل بنا إلى منهجية واضحة في البحث عن الطبيعة، كما هو معروف عنه أنّه يتميّز بالدقة في أبحاثه ولكن في المقابل يحدد لنا شروط أساسية يجب أتباعها في البحث، أولها وجوب معرفة العلل الأولى والعناصر والمبادئ وجهلنا بكل هذا سوف يعترض طريقنا في البحث لأنه من غير المعقول معرفة الطبيعة من دون علل ومبادئ وعناصر، ويبدو أنّ هذه الطريقة كانت معمولا بها من قبل، وهو ما يشير هنا إلى المنطق في أبحاثه وغرضه من ذلك هو الاقتداء بهذا العلم من أجل الوصول إلى بحث منظم ودقيق.

كما يعود المعلم ويوضح الطريقة أكثر حيث يقول:<< إنّ السير الذي يبدو عليه كلّه طبيعيا، هو عملية معرفة الأشياء المعروفة والواضحة>> [2]، إنّ السير نحو معرفة الطبيعة حسب المعلم يتطلب أن تكون هذه الأشياء معروفة واضحة فمن بين شروط معرفة الطبيعة معرفة الشيء بوضوح بحيث لا يكون هناك غموض ويسهل علينا معرفة الطبيعة، كما لا يمكن أن نبني الطبيعة انطلاقا من أمور مجهولة، لأن هذا الأمر لا يخدم العلم ويصعب تحديد حتى موضوع بحث الطبيعة، كما يؤدي بنا إلى عدم التمييز بين ما هو طبيعي وما هو ميتافيزيقي، وبين ما هو معقول وما هو غير معقول، وكلما تمكنا من معرفة الأشياء الطبيعية استطعنا تحديد الطبيعة الخاصة لكل موجود طبيعي.

أما في خطوة مماثلة لما سبق وتأكيد ما قاله مرة أخرى، يقول:<< وفى النهاية ننتقل إلى الأشياء الطبيعية المعروفة والواضحة أكثر والذاتية>> [3]، ومن هنا يظهر أنّ **أرسطو**

---

[1]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, pp, 429-430.

[2]- Ibid, p, 431.

[3] -ibid, p, 431.

ينتقل إلى شرط أخر بهدف تحديد أكثر دقة مما نحن بصدد دراسته في الطبيعة، وهو أن نعرف الأشياء والواضحة التي تسير وفق مبادئ ذاتية، أي: وفق مبدأ داخلي، لأنّه انطلاقا من هذا المبدأ سنتمكن من معرفة الأشياء أكثر وضوحا ودقة.

يتطلب البحث في الطبيعة عرض المحاولات السابقة في تاريخ الفكر الطبيعي وهو في الحقيقة ما نجده عند **أرسطو** لأنّ غرضه من كلّ هذا هو الوقوف على أخطاء السابقين، إنّ الفجوة التي وقعوا فيها وحالت دون الوصول إلى تفسير الطبيعة والموجودات الطبيعية على حقيقتها، هو ما دفع **أرسطو** إلى عرض موقف الفلاسفة السابقين وأهم المدارس السابقة على سقراط، كالمدرسة الإلية، والطبيعيين الأوائل والمتأخرين منهم، وأول مدرسة وجه إليها نقده هي المدرسة الإلية وبالضبط مع **بارمنديس وميلسوس**[1]، التي ترى الوجود واحدا وساكنا ومتناهٍ، إذ يقول:<< من الضروري أن يكون في الكائن مبدأ واحد أو متعدد، ولنفترض أنّ هذا الكائن واحد، وثابت كما قال **بارمنديس وميلسوس**>>[2]، إذن حسب **أرسطو بارمنديس** يجهل الطبيعة، ولأن الطبيعة واحد غير متغير وساكن أيضا على الرغم ما يبدو عليها من تغير وكثرة، لأنّ الصورة الخارجية للموجودات الطبيعية تبدو في أشكال مختلفة وهي لا تشكل موجودا واحدا حسب التعبير البرمندي، كما أنّ صفة الوجود عند هذه الكائنات لا يمكن التعبير عنها بكونها وحدة أساسية للأشياء جميعا، كما أنّ القول الوجود واحدٌ سيشمل على عدّة متناقضات فكأن الوجود الواحد يجمع بين الأبيض والأسود والحار والبارد والخير والشر، والكم والكيف لأنّه في الأخير سوف نصل إلى تفتيت الوجود عن طريق المتناقضات أيّ متصل إلى عدم الوجود[3].

كما يتابع **أرسطو** نقده للطبيعيين الأوائل وعلى رأسهم **طاليس وانكسمندريس وهريقليطس** حيث يقول:<<...وقد يكون متحركا كما أكدها لطبيعيين، حيث هناك من وجد

---

[1]- محمد على أبو ريان، **أرسطو والمدارس المتأخرة**، مرجع سابق، ص ص، 60

[2]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 433.

[3]- محمد على أبو ريان، **أرسطو والمدارس المتأخرة**، المرجع السابق، ص، 63.

هذا المبدأ في الهواء، وهناك من وجده في السماء، وهناك من وجده في النار...>> [1]، فحسب المعلم لا يمكن ردّ أصل الوجود المبدأ وعنصر واحد بسبب اختلافها جوهريا فيم بينها فتركيب الأجسام على هذا النحو يجعلها متفقة من حيث الطبيعة والنسبة، ولا تختلف إلاّ عرضيا، فالاختلاف المشاهد بين الموجودات الطبيعية هو تباين جوهري لا عرضي، لذلك يستحيل التفسير بهذه الفكرة جميع الموجودات الطبيعية بردها إلى عنصر واحد [2]، إذن **أرسطو** يرفض وحدوية مبدأ الوجود، نظرا لاختلاف العناصر فيما بينها.

لم يكتفي المعلم في نقد المدرسة الإلية والطبيعيين الأوائل، وإنما امتدّ نقده حتى إلى الطبيعيين المتأخرين كـ **انبذوقليدس** الذي قال بأن أصل الوجود أربعة عناصر هي: الماء والهواء والنار والتراب، وقد كان أول من اعتبر التراب مبدأ، ولعل حجمه وثقله هو الذي منع القدماء من اعتباره كمبدأ أساسي في تكوين الوجود [3]، حيث يقول:<<...وآخرون **كانبذوقليدس** قال بالعناصر الأربعة هي الأصل، ولكن **انبذوقليدس** أضاف الحبّ والكراهية إلى العناصر الأربعة الأخرى>> [4]، **فأرسطو** لا يوافق على هذه النظرة الانبدوقليدية كون العناصر الأربعة تختلف جوهريا فيم بينها لأن مركب الماء ليس التراب، ومركب النار ليس الهواء، وكذلك تركيب الجسم الطبيعي من هذه العناصر فقط حتما سوف يؤدي إلى اختلاف الأجسام وتميزها، كما يبطل وحدة الجسم الطبيعي، ذلك أنّ كلّ عنصر لا يتألف من العناصر الأخرى الموجودة في الجسم الطبيعي إلاّ بوجود مبدأ يقول بوحدة العناصر، فإذا كانت المبادئ كلها معروفة ومعينة لها، كان التغير دائما عرضيا لا جوهريا، إذ أن المشاهد لتغير الذي يحدث في الكون والفساد هو تغير جوهري[5].

---

[1]-Guy de la porte, **la physique d'Aristote**, op, cit, p, 63.

[2]– يوسف كرم، **تاريخ الفلسفة اليونانية**، المرجع السابق، ص، 52.

[3]- Guy de la porte, **la physique d'Aristote tom1**, op, cit, p, 63.

[4]– محمد على أبو ريان، **أرسطو والمدارس المتأخرة**، مرجع سابق، ص، 65.

[5]- Guy de la porte, **la physique d'Aristote**, op, cit, p, 63.

كما لم يتوان في الرد على **ديمقريطس** الذي يرى هو الآخر أنّ الذرة اللامنقسمة مبدأ واصل لجميع الأشياء، والتي تختلف في الشكل والصورة ومجموع هذه الذرات باتّحادها تشكل الجسم الطبيعي[1]، يبقى أنّ المعلم يرفض انقسام الجسم الطبيعي إلى ذرات لامتناهية العدد مهما كان طبيعته، لأنّ هذا الانقسام دائما سوف تجعل الجسم يفقد خصوصيته الأساسية وهي الوحدة والتعدد، لذلك يمكن القول **أرسطو** يريد المحافظة على مذهبه في الوحدة والتعدد.

يرجع **أرسطو** الاختلاف الملاحظ في مواقف الفلاسفة الأول في موضوع الكائن الطبيعي إلى جملة من الأسباب: السبب الأول: اهتماماتهم بالعلة المادية وجهلهم للعلل الأخرى. أمّا السبب الثاني فهو: عدّهم الصور التي تحدث في الطبيعة حدوثا عرضيا، فلم يعطوا أيّ أهمية لصورة الصناعية، وإنما ركزوا اهتمامهم فقط إلى كل متقدمة لهم الحواس وأهملوا التجريد العقلي لظواهر الطبيعية[2].

4-1 مكانة أرسطو العلمية:

إن التقدم الهائل الذي أحرزه **أرسطو** في البحث العلمي لا يمكن أن يكون قد أتى دفعة واحدة أو من فراغ، بل جاء بلا شك نتيجة اطلاعه على ما حققه السابقون من انجازات سواء من الشرقيين أو اليونانيين. لقد غالى البعض في وصف تأثر **أرسطو** بالعلوم الشرقية لدرجة قول أحدهم مقتنعا أن **أرسطو** اكتسب تعليمه وحصل على كتبه من بلد آخر غير اليونان، متقدم بمسافة كبيرة على ثقافة اليونان آنذاك وهذا البلد هو مصر [3]، فيصور لنا هذا القول مدى أهمية الحضارات السابقة في التكوين العلمي **لأرسطو**، كما هو أيضا تأكيد على أنّه لم يصنع نفسه لوحده ، وإنّما دليل على أنّه كان على اطلاع واسع لكل من سبقه في البحث العلمي.

---

[1]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit , p, 64.

[2]-ibid, p, 64.

[3]– مصطفى سامي النشار، **فلسفة أرسطو والمدارس المتأخرة**، دط، مندى سور الأزبكية، دب، 2006، ص، 125.

بالطبع فرغم اقتناعنا بأنّ إبداع **أرسطو** وخاصة على الصعيد العلمي يمثل نقلة نوعية في تاريخ الفلسفة القديمة، فإنّ هذه النقلة لم تكن نتيجة حصوله على كتبه من مصر أو من غيرها من بلاد الشرق القديم، بل كانت نتيجة قدرته الهائلة على اكتشاف منطق جديد في التفكير الإنساني واستخدامه هذا النهج المنطقي العلمي في أبحاثه العلمية التي استفادت بلا شك من علوم الشرق القديم [1]، إذن فهذا الإبداع لم يكن من فارغ، ومعه حقيقة انتقل البحث العلمي من عصر الهواية إلى عصر البحث عن الحقيقة المنظمة المجردة بعيدا عن التفسيرات الخرافية وبأسلوب منطقي صارم. كل هذه العوامل كانت بمثابة المفتاح الذي ساعدت المعلم على تقصي قدر كبير من المعرفة، وأعطت له مكانة مرموقة في تاريخ الفلسفي القديم.

إنّ أول ما نلاحظه في تقسيم **أرسطو** للفلسفة –على الرغم من تأثره **بأفلاطون**–عدم إبتّاعه النهج الأفلاطوني في كتبه، وذلك أنّه كان على شعور تام بالنظام العام لمذهبه حينما قام بوضع كتبه، لهذا فقد صدرت كتبه كلها في اتجاه منهجي عميق، فقد حاول تقسيم وتبويب إنتاجه وفلسفته إلى موضوعات وأقسام وفروع، وذلك في كتاب **الجدل** حيث قسم الفلسفة إلى مشاكل أخلاقية وطبيعية ومنطقية، ويلاحظ أنّ هذا التقسيم لم يرد في أي نص آخر لأرسطو وقد تعارف على شرحه هذا العلم وتقسيم العلوم إلى علوم نظرية وعلوم عملية[2]، كما يخالف **أرسطو سقراط وأفلاطون** من وجهة أخرى وهي نهجه التعليمي الخالص، فلم يكن يعتمد في هذا النهج، كما كان **سقراط وأفلاطون** يعتمدان على الحوار ولم يكن يعنى **أفلاطون** بالإجادة الفنية البيانية ، وإنّما قبل كل شيء كان عالما يهجم على موضوعه هجوما دون أن يلفّ حوله بالحوار والمناقشة ويعنى بالفكرة قبل اللفظ، ومن هنا لم تكن كتب **أرسطو** نموذجا فنيا لإيجاده البيانية، وإنّما هي نموذج خالد لإيجاده البحث العقلي

[1]– مصطفى سامي النشار، المرجع السابق، ص، 126.

[2]– محمد على أبو ريان ، المرجع السابق، ص، 23.

وإتقانه[1]، وهذا ما حقيقة ما جعل **أرسطو** يحتل مكانة هامة في تاريخ الفكر البشري، نظرا لأنه يتميز بميزة أساسية عن غيره من السابقين وهو البحث العقلي المنظم وإتقانه.

نقر بنهوض الفلسفة مع **أرسطو** نهوضا عظيما، ورقّاها ترقية بعيدة الأثر حين عدل عن أسلوب الحوار إلى أسلوب البحث المباشر المتصل ، فقد يصلح الحوار في ألوان من الفلسفة وضروب من التفكير، ولكنه من غير شك بعيد كلّ البعد أن يتلاءم البحث الفلسفي العميق عن الطبيعة وما بعد الطبيعة وعن المنطق وما يتصل به من فنون الآداب، فإذا صلح أسلوبا للبحث السياسي والأخلاقي ، فإنّه لا يصلح لغيرهما، ومن هنا كانت فلسفة **أرسطو** في الطبيعة وما بعد الطبيعة أقدر على البقاء وأشد استقرار [2]، إذن فمن خلال هذا الأسلوب الراقي في البحث المباشر للموضوعات في الطبيعة أو ما بعد الطبيعة، استطاع المعلم النهوض بالفلسفة.

إنّما الذي يعنينا من فلسفة **أرسطو** أنّه الفيلسوف الوحيد الذي حاول في العصر القديم تنظيم العلم الإنساني من جهة واستقصاء قوانين التفكير والسير العامة والخاصة من جهة أخرى، فلسفته تدور على هذين الأمرين، تريد أن تعلم إلى أي حدّ وصل العقل الإنساني في القرن الرابع قبل المسيح في درس مسألة بعينها من مسائل الطبيعة، أو ما بعد الطبيعة فمرجعك في ذلك إنّما هو **أرسطو طاليس**، تجد فيه نتائج البحث الذي سبقه، وتجد فيه نقدا لهذه النتائج، وتجد فيه رأيه الخاص في هذه النتائج، ومن هنا انقسمت فلسفة **أرسطو** إلى قسمين أساسين: قسم حدّث آثاره الطبيعية المعقولة ثم أصبح شيئا تاريخيا يرجع إليه الذين يدرسون تاريخ الفلسفة وتاريخ العقلية عامة ليستعينوا به على فهم الطبيعة، أما القسم الثاني فهو القسم الذي حدّث أثاره الطبيعية المعقولة ومزال سيحدثها وسيحدثها أبدا دون أن يناله في ذلك ضعف أو قصور، أي هو القسم الذي بقي وسيظل صالحا للبقاء، والذي لم يستطيع

---

[1]- محمد على أبو ريان، المرجع السابق، ص، 23.

[2]- طه حسين، **قادة الفكر**، دط، الهلال لنشر، مصر، 1935، ص، 87.

العقل الإنساني على ترقيته وإنضاجه أو تغيير القليل منه وهو ما تركه **أرسطو** في المنطق والأخلاق والسياسة[1]، ومن هنا تظهر مساهمة المعلم في جميع العلوم من دون تمييز، بل أكثر من ذلك فقد عمل تصنيفها إلى علوم عقلية ونظرية، وعلوم عملية.

كما أنّ **أرسطو** قد اكتشف قوانين القياس وقوانين الاستقراء جميعا، والفلسفة الحديثة وإن عنيت عناية خاصة بالاستقراء ، فهي لا تلغي القياس ولا تستطيع إلغائه لأنّه صورة طبيعية من صور التفكير الإنساني [2]، وهذا إنّ دلّ على شيء فإنّما يدل على مدى أهمية قوانين التفكير المنطقي حتى في الفلسفة الحديثة، كما يدل أيضا على عدم صلاحيتها فقط لعصر **أرسطو** فقط، وإنما هي بمثابة أداة ووسيلة صالحة لكل مكان وزمان بشرط استعمالها بطريقة سليمة ودقيقة.

ممّا لا شك فيه أنّ الصحيح هو اهتمام **أرسطو** اهتماما غير **أفلاطوني** على نحو يميز بالسلوك المفصل بينه وبين الأشياء العادية في العالم القابل للملاحظة ، والمجموعة الهائلة من الأعمال العلمية الأرسطية، ولا سيما في التاريخ الطبيعي، تشمل على وفرة من المعطيات القائمة على الملاحظة التجريبية، البحث عما يوجد في العالم، ولو نظر المرء عموما إلى مقاربات **أرسطو** الأنطولوجية، أي البحث عما يوجد في العالم لبدا واضحا على الفور اقتراب موقفه إلى الأرض من موقف **أفلاطون** بكثير، فعند **أرسطو** الجوهر الحامل الأساسي للخصائص ليس مثالا مجردا بل هو فرد ملموس، فعلى سبيل المثال: إنسان معين أو حصان مفرد، وفى الميتافيزيقيا ينكر **أرسطو** بصراحة الشمولي كالجمال الذي يمكن أن يكون جوهرا، وفى موضوع أخر يصيب ازدراءه فكرة إمكانية وجود أشياء من نحو مثال الخير أو الخير المطلق [3]، يظهر من هنا أنّ **أرسطو** كان مهتما كثيرا بالبحث عن الوجود

---

[1]- طه حسين، المرجع السابق، ص، 87.

[2]- المرجع نفسه، ص، 88.

[3]- جون كوتنغهام، **العقلانية**، ترجمة: محمود منقذ الهاشمي، ط1، مركز الإنماء الحضاري، حلب، 1997، ص ص، 36-37.

العيني، كما أنّ تجاربه الكثيرة في البحث سهلت عليه البحث في جميع الموضوعات عكس أستاذه **أفلاطون**، والجدير بالذكر أيضا أنّ ما سهل عليه هذه العملية إتباع نمط محدد في البحث وهو الملاحظة المباشرة للأشياء، وتجريدها عن طريق العقل.

لذلك يرى المعلم أنّ ماهية العلم تفترض بالأبدية والضرورة، أي اليقين وبعبارة أخرى فإنّ العلم بالنسبة إليه هو ألاّ نقول شيء عبثا [1]، وهو في الحقيقة ما جعله يحقق الدقة المطلوبة في جميع الموضوعات التي تناولها، بل أكثر من ذلك فهذان المعنيان سيطرا على العقول مدة تقارب القرنين من الزمن.

الفلسفة كما فهمها **أرسطو** هي المجموع الكلي المنظم لكافة جوانب المعرفة المحررة من الغرض أي المعرفة التي نسعى للحصول عليها من أجل المتعة التي يجلبها محض الحصول عليها، وليس لأنها مجرد للأهداف النفعية، والدافع الذي يقابل هذه المتعة هو دافع الحب والاستطلاع أو التعصب. ويرى **أرسطو** أنّ هذا الدافع فطري في الإنسان وإن لم يكن يظهر ظهورا كاملا إلاّ حين تتقدم الحضارة بحيث تصل إلى مرحلة تأمين ما يلزمها من حاجيات الحياة المادية، وقد توجه تطلع الإنسان بطبيعة الأمر أول ما توجه إلى الأعمال الرائعة البارزة في العلم الطبيعي [2]، ولتحقيق كلّ هذا وجد المعلم أنّ الفلسفة هي مفتاح الفهم لجميع المشاكل المطروحة في الفكر اليوناني القديم، كما أنّ هذا الدافع الفطري في الإنسان مساعد على تحقيق كل تطلعات الإنسان.

لهذا كانت البدايات الأولى للفكر اليوناني موجهة نحو مشكلات علم الفلك وعلم الظواهر الجوية، وحين تقدم التفكير أخذ يتأمل الإنسان في الأشكال الهندسية وفى الأعداد وفى مشكلة إمكان الحصول على معرفة يقينية بوجه عام ، وفى طبيعة المبادئ المشتركة بين كافة فروع الدراسة وتلك التي يختص بها فرع دون فرع، وأخيرا أصبحت الفلسفة هي الدراسة

---

[1]- عبد القادر بشة، **الابيستمولوجيا مثال الفلسفة الفيزياء النيوتنية**، ط1، دار الطليعة، بيروت لبنان، 1995، ص، 13

[2]- فاروق عبد المعطي، **أرسطو**، ط1، دار الكتاب العلمية، بيروت لبنان، 1992، ص، 27.

المحررة من كلّ غرض والتي موضوعها كل جوانب الوجود أو الحقيقة [1]، فالفلسفة هي جهود تطور الفكر البشرى من التأمل في مشكلات علم الظواهر والفلك والرياضيات، وهو ما فعله **أرسطو** أين لخص لنا هذا المجهود في فلسفته، فأصبحت الفلسفة في عهده تعنى بدراسة الوجود من جميع جوانبه، وهو ما جعله يحتّل مكانة مرموقة في تاريخ الفكر البشري.

2-مفهوم الحركة ولوازمها:

2-1- **مفهوم الحركة** : سبق **لأرسطو** وأن قال بأنّ الطبيعة هي مبدأ التغير **principe d'altération** والحركة، وذلك في كتابه **الطبيعة**، وبالتحديد في المقالة الثامنة ليعود مرّة أخرى ويؤكد هذه الحقيقة في بداية المقالة الثالثة من نفس الكتاب إذ يقول:<< إنّ الطبيعة هي مبدأ الحركة والتغير وبما أنّ دراستنا تنطبق على الحركة فيجب علينا معرفة معنى الحركة وجهل الحركة يعني جهل الطبيعة كلها>> [2]، فالهدف الذي كان يسعى إليه المعلم هو البحث عن معنى الحركة لأنّ معرفة الطبيعة يقتضي معرفة الحركة، وعلى حدّ تعبيره، فإنّ من الأمور التي عسرت فهم الطبيعة هو جهلنا للحركة، ليواصل بعد ذلك في إبراز احد أهم المعالم الأساسية لفهم الحركة، وهو النهاية LA FINإذا يقول:<< وفي مرة واحدة نريد شرح الحركة، لذا يجب أن نتناولها بنفس طريقة الظواهر المرافقة لها، والحركة يمكن تصنيفها على ما يبدو أنها من الكميات المتصلة، والخاصية الأولى للمتصل أنّ يكون متناهيا، كما نحدد أيضا المتصل بأنه يستخدم في كثير من الأحيان لتعبير عن فكرة اللانهاية، كما إنّ المتصل كان قابل للقسمة في اللانهاية>> [3]، لأنّه عند معالجة أي موضوع فيجب معالجة كلّ شيء متصل به، فالمعلم نفسه يهتم بالموضوع ويخضعه لحوادثه، واللانهاية **L'INFINI**، متعلق جوهريا بالحركة التي هي عدد متصل **NOMBRE**

---

[1]- فاروق عبد المعطي، المرجع السابق، ص، 28.

[2]- Aristote, **la physique tom2,** , traduite par, j-Barthélemy- saint Hillarie libraire philosophique de la dranange, paris, 1886. pp, 67-68.

[3]- ibid, p, 68.

COUNTINUER، ففي هذا القول هناك دعوة للانهاية، لأنّ اللانهاية وليدة قسمة الأعدادS**DIVISION DENOMBRE**، التي تتبع إنتاج القسمة المستمرة **DIVISIONS COUNTINUER**، والذي يريد معرفة المتصل عليه الدعوة في معظم الأحيان إلى اللانهاية، والمتصل يقال على الشيء الذي لا يمكن قسمته في معظم الأحيان ، ومع ذلك يمكن تفسيرها على النحو التالي، فيمكن أن نقول أنّها الأجزاء التي تلتقي في حدّ **LIMITE** واحد، لكن هذا الحد يكون مختلف، فالمتصل هو نوع من الكلي الذي يمكن تفسيره عن طريق أجزائه، تلك التي نقارنها بطريقتين اثنتين، الأولى: وفقا لتكوينها لأنّ الكلّ مكون لهذه الأجزاء، والثانية وفقا لقرار لأنّ الكل مقسم إلى أجزائه[1]، كما لا يستبعد **أرسطو** في دراسته للحركة ثلاثة عناصر أخرى مهمة بالإضافة إلى العنصر الذي سبق وتطرقنا إليه وهذه العناصر هي: المكان والفراغ والزمان، إذ يقول: <<بالإضافة إلى ذلك، لا توجد حركة ممكنة بدون مكان وفراغ وزمان، إذ من الواضح، أنّ لهذا السبب أيضا،المكان والفراغ والزمان والحركة: أشياء مشتركة فيما بينها، لذلك يجب علينا دراسة كلّ واحد منهما بشكل منفصل لأنّ دراسة الخصائص الخاصة للأشياء تأتي بعد دراسة الأشياء المشتركة، لذلك دعونا نبدأ كما قلنا للتو من الحركة>> [2]، فالمكان والفراغ والزمان هي أشياء مهمة في الحركة مرتبطة فيما بينها من الخارج، لأنّها قياسات مهمة لهذه الأخيرة، فالزمن في النهاية هو جواد الحركة مع المكان، كما أنّ الفراغ –وفقا للآراء بعض الفلاسفة القدماء–هو وحدة تقيم المتحرك. فلماذا قال **أرسطو** بأنّه لا يمكن أن تقع الحركة بدون مكان وفراغ وزمان؟ هذا لا يعني أنّنا أمام حركة خاصة، كما لا توجد الأشياء بانفراد، فهذه الخصائص، الأربعة هي مرتبطة ارتباطا وثيقا مع الحركة، فيجب إذن إعطائها مكانا واحدا وجعلها من اهتمام فيلسوف الطبيعة، لأنّ الطبيعة تعطى لكل الموجودات الطبيعية. يجب هنا تثبيت وتحديد ما

[1]- Guy de la porte, **physique d'Aristote** , op, cit, pp, 171-172.
[2]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 68.

هو عام فيما عددناه سابقا، لأنّ دراسة الأجزاء تابع لما هو مشترك [1]، أي أنّ دراسة الحركة تكون انطلاقا من العام وصولا إلى الأجزاء، وهو ما نجده عند المعلم من خلال الفقرات التي تطرقنا إلى شرحها، حيث يبدأ بالشيء العام وهو الحركة ثم ينتقل إلى الأشياء الجزئية الأخرى للحركة كالمكان والفراغ والزمان.

يذهب **أرسطو** بعد ذلك إلى دراسة الحركة وعلاقتها بالمقولات **LES CATETIGORIE**، أين وجد أنّ هذه الأخيرة تقع في أربعة مقولات أساسية وهي: الجوهر **SUBSTANCE**، والكمية**Quantité**، والكيفية **QUALITÉ**، والمكان إذا يقول في هذا الصدد:<< دعونا أولا نتذكر أنّ الوجود يكون في بعض الأحيان بتحقيق الواقع، وأحيانا في كلّ شيء معا بالقوة، وفي بعض الأحيان في الجوهر، وفي بعض الأحيان في الكمية، وفي بعض الأحيان في الكيف، وفي بعض الأحيان في المكان...>> [2]، فالمقولات الأربعة– بحسب هذا الأخير– هي الجوهر الأساسي للحركة ومعرفة طبيعة الموجودات الطبيعية ترتبط بهذه المقولات وأي تغير يمس هذه المقولات يصاحبه تغير في الحركة، كما يؤكد **أرسطو** أنّ الحركة لا توجد خارج الأشياء الطبيعية فلا شيء موجود خارج هذه الأشياء وذلك أنّ التغير يحدث في الجوهر، أو في الكمية، أو في المكان فيقول:<< ولكن لا توجد حركة خارج هذه الأشياء، لأنّ الوجود الذي يتغير يتغير دائما سواء في الجوهر، أو في الكمية، أو في المكان...>>[3]، فلماذا يا ترى قال المعلم إنّ الحركة تحدث فقط في هذه المقولات، الجواب أنّ كلّ حركة خارج هذه المقولات هي خارج هذا النوع من الحركات، أي تكون عامة عليها، والحجة على أنّ كلّ تغير هو تغير في الجوهر أو في الكمية أو في الكيفية أو المكان، لذلك ليس علينا افتراض وجود نوع من التباين المشترك لهذه الأنواع، التي لا تشترك مع هذه المقولات، إنّ إدخال مقولات أخرى في الحركة يدخلنا في مأزق لا مخرج منه، وذلك لأنّ

[1]- Guy de la porte, **la physique d'Aristote**, op, cit, p, 172.
[2]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, pp, 68-69.
[3]- Ibid, p, 69.

الوجود مشترك وفقا لتشابه الجزئي فلا توجد حركة ولا تغير خارج هذه الأنواع من المقولات، لأنّها مسألة تقسيم الوجود لذلك فلا نترك هذه المسالة متشابكة [1]، يعني هذا أنّ كلّ حركة تقع في أربعة مقولات أساسية وهي: الجوهر والكمية والمكان وأي تغير يحدث فقط في هذه المقولات، ونحن نعلم أنّ المقولات عند **أرسطو** عشرة ولكي نتحاشى الخلط في الحركة نتجنب إضافة مقولات أخرى في الحركة.

أما بعد ذلك، فيرى المعلم أنّ التغير الذي يقع في المقولات يكون بطريقة مزدوجة إذ يقول:<< ... في الجوهر توجد الصورة والعدم، وفي الكمية نجد الأبيض والأسود، وبالنسبة للكيفية نجد التام وغير التام، وبالنسبة للمكان أي النقلة نجد الحركة المتجهة إلى المركز أو الحركة المبتعدة عنه، أو الثقيل والخفيف>> [2]، فالتغير عند **أرسطو** لديه وجهان الأول وجه إيجابي والثاني سلبي، فالإيجابي في الجوهر هو الصورة **LAFORME**، والسلبي هو العدم**NÉANT**، أما في الكمية فالإيجابي فيها هو الأبيض والسلبي هو الأسود، أما في الكيفية فالتحول من التام إلي غير التام هو السلبي، والعكس هو الإيجابي، أما في النقلة فالحركة إلى الأسفل وال ثقيل هما الشيئين الإيجابيين فيهما، أمّا السلبي فهو الحركة إلى الأعلى وهو الخفيف[3]، وبهذا يكون **أرسطو** قد أشار إلى كيفية حدوث التغير والذي يحبذه أن يكون ثنائيّا وليس ، أحاديّا لكي يكون أيضا تغيرا كاملا وليس ناقصا، كما أعطى لنا صورة هذا التغير في حالتيه الإيجابية والسلبية، والهدف من كلّ هذا عند **أرسطو** هو وضع تعريف محدد للحركة، وهو ما نجده في خاتمة المعلم عند تطرقه إلى طبيعة الحركة، فيقول:<< الحركة هي الموجود المتحقق بالفعل للموجود بالقوة وفعل التحقق يعني تحقيق ما كان موجودا بالقوة، وفقا لذلك الموجود>>[4]، فهي تدرج من القوة إلي الفعل **ACTION** ووسط بين

---

[1]– محمد أبو ريان، **تاريخ الفكر الفلسفي ج2، أرسطو والمدارس المتأخرة**، دار المعارف الجامعية، الإسكندرية، مصر، دت، ص، 91.

[2]- Aristote **la physique tom2,** op, cit, p, 70.

[3]– محمد على أبو ريان، المرجع السابق، ص، 92.

[4]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, pp, 68-69.

القوة البحتة **pure Puissance** والفعل التام، وما هو بالقوة أصلا: غير متحرك وما هو فعل تام: ناقص غير متحرك، كذلك من جهة ما هو بالفعل، فالحركة فعل ناقص يتجه إلى التمام، والفعل الناقص عسير الفهم ولكنّه مقبول عند العقل، وينطبق هذا التعريف على جميع أقسام الحركة، ففي المستحيل من حيث هو قابل للاستحالة الفعل هو الاستحالة وفي النامي من حيث هو قابل للزيادة والنقصان الفعل زيادة ونقصان، وفيما هو قابل للحركة المكانية هو فعل النقلة[1]، وفي تحليل هذا التعريف نجد أنّ الحركة عند أرسطو فعل انتقال إلى الفعل ويجب التفريق هنا بين الفعل بمعنى الكلمة، سواء أكان الفعل تحقيق الكمال أو كان كاملا، وبين الفعل في حالة الحركة، إذ أنّ الحركة تختلف عن الفعل بمعنى التهيؤ للكمال، وبتحقيق الحالة الأخيرة يتم المقصود، أي اكتساب غاية، بينما الحركة بتحقيقها تنتهي وظيفتها، ولا يكون المراد منها تحقيق غاية من الغايات في حد ذاتها، فتحريك النفس لليد مثلا، من أجل تحصيل شيء، حركة تنتهي الغاية منها بإيصال الشيء إلى اليد، أما في حالة الفعل فالغاية هي التهيؤ للكمال، والغاية هنا لا تنتهي بمجرد الإيصال وإنّما يجب أن تمتلك اليد الشيء المطلوب أخذه[2]، وهذا هو المفهوم الأرسطي للحركة أي هي انتقال وتدرج من القوة إلى الفعل.

إضافة إلى ذلك يذهب **أرسطو** في المقالة الخامسة من كتاب **الطبيعة**، إلى تفصيل دراسته في الحركة أكثر فأكثر معتبرا إياها التغير في الوجود بصفة عامة والتغير من طرف إلى طرف آخر ضده كما ورد في هذا القول:<< كلّ تغير هو تغير من حالة إلى حالة أخرى مضادة لها والمفهوم اليوناني نفسه يؤكد ذلك، وكجزء من هذا المفهوم أي شيء يحلّ مكانه شيء آخر وبالتالي يمكن أن نميز هنا في بعض الأشياء الخارجية اللاحقة لها>> [3]،

---

[1]– عبد الرحمان بدوي، **أرسطو**، سلسلة الينابيع، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، دب، دت، ص، 144.

[2]– المرجع السابق، ص، 144.

[3]-Aristote, **physique tom2**, op, cit, p, 281.

فالحركة انتقال من ضدّ إلى ضد آخر كانتقال الحجر من الأعلى إلى الأسفل (ضد الأعلى هو الأسفل) وتغير أي تبدل من حالة إلى حالة أخرى كتغير اللون من الأبيض إلى الأسود، ويكون هذا التغير حسب المعلم على أربعة طرق مختلفة لذلك يقول:<< فالتغير الأول هو من الموضوع إلى الموضوع، والتغير الثاني هو التغير من اللاموضوع إلى اللاموضوع، والتغير الثالث من اللاموضوع إلى الموضوع، والتغير الرابع من الموضوع إلى اللاموضوع>>[1]، أما التغير الأول فهو من الوجود إلى الوجود، أي تغير في الموضوع نفسه، كحركة النقلة فالحجر مثلا هو انتقال من مكان إلى مكان ولا يطرأ أيّ تغير في الحجر، أما التغير الثاني فهو التغير من اللاوجود إلى الوجود، وهو في الحقيقة العدم لا يمكن تصور حدوث التغير ، أمّا التغير الثالث هو التغير من اللاوجود إلى الوجود وسمى كوننا كتغير الأبيض إلى اللاأبيض، والتغير من الوجود إلى اللاوجود هو التغير من الأسود إلى اللاأسود ويسمى في هذه الحالة فسادا [2]، وهذه هي الحالات الأربعة التي تكون فيها حالة الحركة في الوجود واللاوجود وأهم التغيرات التي تطرأ عليها عند انتقالها من حالة إلى حالة أخرى.

التغير الذي يحدث في الجوهر هو الكون والفساد ويسمى بالتغير في الجوهر، أما التغير العرضي فهو الذي يقع على الجسم المادي من حركات من حيث المكان والكيفية والكمية، ويفصّل **أرسطو** القول في الحركات المتعلقة بهذه المقولات الثلاثة، وهذه الحركات هي النقلة والاستحالة والزيادة والنقصان، أولا: النقلة هي الحركة الموضوعية الظاهرة المختلفة باختلاف الكائن فالكائن الحي له نقلة تختلف عن نقلة الحجر، والثانية هي الاستحالة وهي التي تطرأ على الكيف كتغير حالة الجلد في حالة الانفعال أو المرض، أما الثانية الزيادة والنقصان فهي التغير الذي يطرأ على الكم وذلك عندما يكبر الطفل ويصبح شابا

[1]- Aristote, **physique tom2**, op, cit, pp, 281, 282.
[2] - Guy de la porte, **la physique d'Aristote**, 11-12.

يافعا[1].وتنتهي الحركة إلى سكون وهو ما نفهمه من خلال هذا القول:<< فالحركة لا يوجد فيها نقطة الانطلاق ونقطة الوصول>> [2]، فيكبر الطفل وينمو لأنه حاصل في جسمه على إمكانيات النمو التي توصله إلى مرحلة الشباب، كما يفهم من هذا القول أنّ الحركة لها بداية ونهاية فالحجر الساقط من الأعلى يعني أنّ الحجر قد كان في الأعلى قبل سقوطه.

-2-2- **المكان**LE LIEU: بعدما ناقش **أرسطو** مفهوم الحركة وطبيعتها ، انتقل إلى أحد أهم لواحقها من الخارج وهو المكان ، كونه لم يسبق لأحد من الفلاسفة السابقين أن تعرض إلى هذه المشكلة الصعبة ، لعدّهم الأمر واضحا وبديهيا لا يحتاج لأي دراسة وبحث كما يقول **أرسطو**:<< ولكن هناك صعوبة كبيرة لمعرفة –بدقة–ما هو المكان، لأنه لم يُتناوَل من جميع الجوانب المهمة فيه، كما أضيف أيضا أنّ الفلاسفة السابقين لم يضيفوا شيئا لهذا المفهوم، وأيضا لم يقدموا التفسيرات المرضية له>> [3].إنّ السبب في إهمال الفلاسفة السابقين لدراسة المكان يعود إلى اعتقادهم إنّ المكان مفهوم بديهي لا يحتاج إلى أي دراسة وبحث، ولكنّ **أرسطو** يعتبر ذلك مجرد حجة غير مقنعة لإهمال أحد لوازم الحركة، وعلى أي حال **فأرسطو** قد استدل على طبيعة وجوده من خلال حركة انتقال الأجسام، إذ يقول في هذا الصدد:<< الحجة التي نستخدمها في إثبات وجود المكان هي تعاقب الأجسام في مكان واحد مع بعضها البعض، وفي المكان نفسه فعندما يوجد الماء يخرج الهواء من مكانه، كما يخرج من المزهرية على سبيل المثال الجسم الثاني والذي يأتي ليحل نفس مكان الذي يشغله الجسم الأول>> [4]، فينبّه **أرسطو** مبدئيا إلى إمكانية إثبات وجود المكان من ملاحظة شغلنا لمكان معين وانتقالها من مكان إلى آخر ، كما يؤكد لنا أنّ المكان موجود مادمنا نشغله بالفعل ويضرب مثال على ذلك بصبّ الماء في المزهرية الذي يجعل ال ماء هو الذي يحل

---

[1]- يوسف كرم، المرجع السابق، ص ص، 161-162.

[2]-Aristote, **la physique tom2**, op, cit, 309.

[3]- ibid, op, cit, , p, 139.

[4] - ibid, p, 139.

محل الهواء، فالمكان إذن هو ما تحلّ فيه الأجسام دون كونها جزءا منه أو دون أن يكون داخلا في تركيبه بما فيها العناصر الأربعة، كما هناك وجهة نظر أخرى تأكد أنّ العناصر الأربعة لها أيضا مكانها وحيزها الخاص [1]، ويضرب لنا **أرسطو** مثالا توضيحيا على ذلك قائلا:<< انتقال الأجسام الطبيعية البسيطة، كالهواء والنار والأجسام الأخرى لا تبرهن فقط على أنّ المكان شيء وإنّما تبرهن على أنّ امتلاكه خاصية أخرى بحيث تحدد هذه العناصر الحيز الخاص الذي تشغله، ومنها ما يتجه إلى الأعلى ومنها ما يتجه إلى الأسفل والأعلى والاتجاهات الأخرى وعددها ستة هي أجزاء وأنواع المكان>>[2]، فأي حركة للجسم ستدل على وجود المكان كما يقول **أرسطو** ، ولكن الحركة المحلية للأجسام الطبيعية البسيطة كالنار والتراب وكلّ العناصر الأخرى الثقيلة والخفيفة لا تظهر فقط حقيقة المكان ، ولكن تؤكد أيضا على قوة وجوده، بدون أي عائق فكل عنصر من هذه العناصر يتجه إلى مكانه الطبيعي، فالثقيل يتجه إلى الأسفل والخفيف إلى الأعلى، فالأعلى والأسفل والأبعاد الأخرى للمكان كالأمام والخلف واليمين واليسار هي أجزاء وأنواع المكان وبها يتم تحدد المسافات في الكون وفقا للطبيعة وليس بالنسبة إلينا فقط، وبالنسبة إلينا فالأعلى والأسفل، اليمين واليسار ليست دائما نفسها بل تتغير وفقا لأنواع الوضعيات [3]، تؤدي العناصر الأربعة عند المعلم دورا مهما في تحديد طبيعة المكان، والحيز الذي يشغله كلّ عنصر هو جزء من المكان، وعن طريق هذه الأخيرة نتعرف على أجزاء المكان وأبعاده.

يشير **أرسطو** إلى صعوبة أخرى تتعلق بالمكان ، وهي كيفية تمييزه عن الجسم لأنّ صعوبة التمييز بينهما تنجر عنها خلط كبير بين المكان والجسم ، ولكي يوضح لنا المعلم المسألة يقول:<< فالمكان تحدده ثلاثة أبعاد وهي الطول والعرض والعمق، وهي نفسها التي

---

[1]– مصطفى النشار، **فلسفة أرسطو والمدارس المتأخرة**، دار الثقافة العربية، القاهرة، مصر، 2006، ص، 130.

[2]- Aristote, **la physique tom2** , op, cit, pp, 140-141.

[3]- مصطفى النشار، المرجع السابق، ص، 131.

تحدد نوع الجسم، ولكن من المستحيل أن يكون المكان جسما>> [1]، أي بمعنى أنّ أبعاد المكان هي أبعاد الجسم ولكن **أرسطو** يرفض الجمع بينهما بحجة اجتماعها معا في نفس المكان، والصعوبة الثانية تتعلق بالمكان في حد ذاته ، من حيث طبيعته التي تثير الكثير من المشاكل، ومن هنا وجب النظر في المكان أولا وهو ما جاء في قوله:<< من جهة أخرى، فالجسم قبل أن يكون له مكان، من البديهي أيضا أنّ السطوح وغيرها من حدود الجسم يجب أنّ تكون متساوية...>> [2]، بمعنى أنّه إذا اعتبرنا المكان جسما كما يقتضي منطق الظواهر التي أشرنا إليها فإنّنا سنقع في تناقض، فحين نقول عن شيء ما، أنّه موجود في مكان معناه:أنّنا يمكن تصور وجود جسمين معينين في مكان واحد، ومن جهة أخرى إنّ المكان حد أو سطح، والحدود والسطوح أشياء وهمية في الواقع، والأشياء المجردة يفترض وجودها في الأشياء، ولا نجدها في الوجود الكياني، ومن هذه الناحية يمكن أن نقول: إنّ المكان شيء موجود وليس جسما [3]، وهكذا نجد أنفسنا إزاء قولين متعارضين أحدهما يجعل المكان جسمًا والآخر يجعله رابطة أو إضافة.

يؤكد أرسطو أنّ المكان ليس عنصرا من العناصر الأربعة ولا هو من الأجسام المركبة من العناصر الأربعة، فيقول:<< فطبيعة المكان التي عندنا لا يمكن أن تكون عنصرا ولا مركب من هذه العناصر سواء كانت مادية أو غير مادية...>> [4]، فعناصر الجسم المحسوس هي الجسم في حدّ ذاته أي أنّ العناصر عبارة عن أجسام محسوسة مختلفة التركيب، بل هي في الواقع مبادئ لا تشكل ما هو كبير كالمكان، لذلك المكان لا يمكن أن يكون جسما ولا يمكن أن يكون عنصرا، كما يعطى لنا ميزة أخرى للمكان وهو أنّه لا يمكن أن يكون علة كباقي الأشياء الأخرى فيقول:<< فعلى أي أساس يدرجون المكان على أنّه علة الأشياء

---

[1]- Aristote, **la physique tom2** , op, cit, p, 144

[2]- ibid, p, 145.

[3]– عبد الرحمان بدوي، **الموسوعة الفلسفية الجزء الأول**، المؤسسة العربية لدراسة والنشر، بيروت، لبنان، 1984، ص، 108.

[4]- Aristote**, la physique tom2** , op, cit, p, 145.

لأني لا أجد فيه أي علة من العلل الأربعة>> [1]، فكل الموجودات بصفة عامة كالمكان لا يمكن أن تكون نوعا من العلل الأربعة، ولا يمكن أن يكون علة مادية لأنّ الوجود لا يشكل المكان، ولا هو علة صورية لأنّه بخلاف ذلك، فكل الأشياء في نفس المكان وتكون من نفس النوع، ولأن الصورة هي مبدأ هذا النوع، وليست علة نهائية لأنّ المكان لم يعد سببًا للمكان، وليس علة غائية لأنه حدّ من الحركة [2]، فالمكان إذن ليس أي شيء من هذه العلل، كما قدم لنا **أرسطو** معيارًا آخر لتمييز المكان عن الجسم وهو: لو كان المكان جسما لوجب أن يكون له هو الأخر مكان يقوم عليه ولهذا المكان مكان آخر ثم يتسلسل الأمر إلى ما لانهاية وهذا في الحقيقة ما أشار إليه **زينون** في إبطال المكان لذلك يقول **أرسطو**:<< إذا كان المكان نفسه، يجب أن يكون له موضع بين الموجودات فأين سنضعه؟، فشك **زينون** لم يترك المجال للمطالبة ببعض الايجابات، لأنه إذا كان كلّ شيء في مكان، فمن الواضح أن يكون له مكان من اجل المكان نفسه وذلك إلى ما لانهاية>> [3]. يرفض **أرسطو** حجة **زينون** في قوله إنّ المكان لامتناهي ، لأنّ المكان متناهٍ عنده بحجة إبطاله اللانهاية من حيث وجودها بالفعل، كما نلاحظ من ناحية أخرى أنّ **أرسطو** كان حسيا واقعيا أكثر ممّا يجب، فلم يستطيع تصور المكان تصورا ذاتيا صادرا صدور قبليا **A PRIORI**، ولم يستطع النظر إلى المكان باعتباره روابط وحدود، حتى ينظر إليه نظرة أقرب إلى التجريد **Abstraction**، بل كان واقعيا حسيا، ولو أنّه اضطر إلى إخراج فكرة الجسمية عن المكان [4]، لكن ذلك لم يمنع تناقض جل أقواله، كما يعود بنا في الأخير للحديث عن آخر خاصية يتميز بها المكان عن الجسم ، وبما أنّ المكان ليس جسما فهو يحتوي كلّ الأجسام وكلّ له مكانه الخاص لذلك يقول:<<وأخيرا فنفس الأجسام كلّها في المكان المخصص لها، لذلك يجب أن يكون

---

[1]- Aristote, **la physique tom2** , op, cit, 146.

[2]- Guy de la porte**, la physique d'Aristote**, op, cit, p, 226.

[3]- Aristote**, la physique tom2,** op, cit , p, 146.

[4]- عبد الرحمان بدوي، **الموسوعة الفلسفية**، المرجع السابق، ص، 110.

الجسم في المكان كليا، وبذلك كيف نفسر تطور الأجسام التي تنمو، فوفقا لهذا المبدأ أيضا فمن الضروري أن يكون المكان الذي يشغلونه أن تتطور في الوقت نفسه، لأنّ مكان الشيء لا يمكن أن يكون لا كبير ولا صغير للشيء نفسه>> [1]، فكل جسم هو في مكان وكل مكان يحتوى على جسم، فالمكان إذن هو محل الجسم لا أكثر ولا أقل، كما أنّه لو لم يكن المكان لغير الجسم لوجب أن ينقص أو يزيد تبعا للجسم الذي يحتويه ، ولكن هذا مخالف لأنّ لكل جسم مكان خاص به، وفى كلّ مكان جسم ما.

بعدما أكد **أرسطو** حقيقة وجود المكان وتمييزه عن الجسم، وضع له تعريفا فللمكان بالنسبة له هو الحدّ الأول اللامتحرك، الحاوي، وهو ما يفسره أيضا بهذا القول:<<أنت الآن في السماء لأنّك في الهواء، والهواء في السماء، أنت في الهواء لأنك على الأرض، وكما يبدو فعلا أنت على الأرض لأنك على أي مكان فيها التي لا تحتوى أي شيء غيرك فيها>>[2]، ومن هذا يتبين لنا كيف أنّ المكان نوعان: مكان مشترك يوجد فيه أكثر من جسم واحد، ومكان خاص يوجد فيه كلّ جسم على حدة، فمكاني الخاص هو هذه الغرفة، وهذه الغرفة في مكان أعم هو المنزل ، والمنزل مكانه في الشارع الفلاني ، وهذا الشارع مكانه في هذا الحي، وهذا الحي هو أحد أحياء مدينة كذا...وهكذا يتسلسل المكان من مكاني الخاص إلى أمكنة أعم ، حتى يمكن الحديث أو التساؤل عن مكان هذا الكوكب في الكون ككل، والجدير بالانتباه هنا هو أنّ المكان بالمعنى الدقيق إنّما هو المكان الخاص وليس المكان العام، فالخاص هو الذي يكشف عن العام ويجرّنا للحديث عنه [3]، فعن طريق هذه الأمثلة التوضيحية يمكن أن نصل إلى مفهوم المكان عند **أرسطو**، الذي هو مكان ثابت غير متحرك يضم جميع الأشياء ، وحسب الفقرتين نجد أنّ المكان عند **أرسطو** قسمين خاص وعام، فالخاص هو الذي يضم أجزاء معينة، والعام هو الذي يحوى الخاص.

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 147.

[2]- ibid, pp, 148.149.

[3]– مصطفى سامي النشار ، **فلسفة أرسطو والمدارس المتأخرة**، مرجع سابق، ص، 132.

ليتساءل **أرسطو** فيما بعد عمّا إذا كان المكان مادة أو صورة ليجيبنا من خلال هذا القول:<< ومع ذلك فلا يجب النظر إلى المكان على أنّه صورة ومادة، لأنّ المادة والصورة لا تفترق عن الأشياء، أما بالنسبة للمكان فيمكن أنّ تفترق...>>[1]، فإذا كان المكان هو الغلاف الأول الذي يحوى كلّ جسم كما سبق وقلنا ، فهو نوع من الحدّ وبالتالي فإن المكان يبدو على هذا النوع صورة كلّ شيء وعلى العكس على ذلك، فإنّه حينما يكون جزءا من المقدار فإنّه يصبح مادة، ومثل هذه الدراسة تبين لنا بوضوح تام صعوبة إدراك طبيعة المكان إذا افترضنا أنّه مادة أو صورة، فهي من المستحيل أن يكون المكان مادة وصورة [2]، إذن من الواضح، أنّ الصورة والمادة –حسب أرسطو–متلازمتين ولا يمكن أن تنفصل عن الشيء بينما يمكن للمكان الانفصال عنه.

–2–3– **الخلاءLE VIDE:** بعدما تناول **أرسطو** مشكلة المكان بالبحث والدراسة هاهو ينتقل إلى مشكلة أخرى قد طرحت منذ القدم، بحسب النظام والترتيب الذي سبق وأشار إليه في مستهل حديثه عن الحركة يرى بأنّ هناك خلط كبير بين الفراغ والمكان، ويرى أيضا أنّ الحركة لا يمكن أن تحدث بدونه، لذلك وجب ضبطه، ففي المعنى الأول بالتقريب للفراغ هو عدم وجود أي جسم مادي من أي نوع كان وهذا ما يفهم من خلال قوله:<< ففي الواقع، نحن نرى أنّ الفراغ هو مكان لا يوجد فيه أي شيء>> [3]، فمهما كانت طبيعته سواء كان ثقيلا أو خفيفا فالفراغ هو إذن ما لا يوجد فيه الثقيل والخفيف، كما أنّه ليس شيئا من الأشياء الحسيّة الأخرى كالصوت واللون والرائحة والذوق، أمّا المعنى الثاني فهو سلبي يحدد كعدم لامتناهي فيقول:<< واللانهاية لا توجد لا في الأعلى، ولا في الأسفل ولا في الوسط، وبما أنّ الفراغ لا هو أعلى ولا هو أسفل فهو لا يختلف عنه، فإذن لا يوجد فرق بين اللاشيء

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 151.

[2]- ibid, op, cit, p, 192

[3] - ibid, p, 203.

والفراغ، لأنّه هناك رأى بأنّ الفراغ هو عدم وجود الشيء أو هو العدم في حدّ ذاته>> [1]، فالفراغ إذن هو المكان الذي لا يوجد فيه شيء محدد ومختلف عنه، لأنّ هذا ما رسمه لنا **أرسطو** بخياله الخاص، ولتأكيد مقاله عن الفراغ يقدم لنا مثالا على ذلك قائلا:<< لنأخذ قطعة من الخشب مكعبة، ولكن هذه القطعة نتركها تسبح في الفراغ، ففي الحالة الأولى نصل إلى نتيجة هي: إن حجم الماء متساوٍ مع قطعة الخشب، أما الحالة الثانية فنستنتج أنّ الفراغ ليس مثل العناصر الأربعة ببساطة لأنّه ليس جسم>> [2]، ولكن يبدو أنّ المكان الموجود قبل إدخال الجسم قد اخترقه من طرف إلى طرف أخر<< فما الذي سيميز جسم المكعب بالرغم أنّه متساوٍ مع الفراغ والمكان؟ >> [3]، لذا يعترف المعلم أنّ الفراغ ليس جسما يمكن جعله وسطا ماديا، مع أخذه بعين الاعتبار عنصري الماء والمكان في نفس مستوى الوجود، ذلك أنّ الفراغ ليس جوهرا ولا حادثا ومن المحتمل منذ البداية أن يكون عدما، هذا من جهة ومن جهة أخرى هذا المثال نقد موجه إلى الذريين في استحالة وجود جسمين في مكان واحد.

ثانيا هي بديهة **أرسطو** المتعلقة بالحركات والاتجاهات والأمكنة الطبيعية المستمدة من صورة عالم كروي محدود، فالأمكنة الطبيعية هي تحقيق الحركات الطبيعية بالقوة فالأعلى للنار، والأسفل للأرض في مكان غير متمايز ومتجانس مثل الفراغ، فيقول:<< فما هو سبب الفراغ إذن؟ لأن هناك أراءً ترجع سبب الحركة إلى المكان، وهو في الحقيقة ليس كذلك>> [4]، نسبيا يؤكد **أرسطو** أنّ الذين يزعمون أنّ الفراغ ضروري للحركة هم على خطأ، لأنّ العكس هو الذي سيحدث لأنّ عدم معرفة المكان، سيبقى الجسم في حالة سكون، فيقول:<<لا يوجد شيء يمكن أنّ تحدثه الحركة بشكل مفصل، لأنّ الفراغ على هذا النحو لا ينطوي على أي

---

[1]- Aristote, **la physique tom2** , op, cit, p, 200.
[2]- ibid, p, 202.
[3]- ibid, p, 205.
[4]- ibid, p, 207.

فرق>>[1]، لذلك فإنّ استحالة الحركة حجة على عدم وجود الفراغ، ناهيك عن أنّه في نظرية الحركة الأرسطية، يرتبط المتحرك بمحرك دائما طول فترة تنقله، أما الجسم الذي يكون في الفراغ لا يستطيع التحرك.

دعونا نعترف مع ذلك أنّ الجسم يتحرك في لانهاية غير محددة، فما الذي سيجعله يتوقف هنا بدلا من أي مكان أخرى؟ مع عدم وجود سبب للتوقف أكثر من التحرك، لأنّ الجسم يبقى في حركة مستمرة ومتواصلة إذا كان لا يوجد أي شيء أقوى منه ويمنعه من ذلك، ولأنّ من طبيعة الفراغ أنّه يفسح المجال في كلّ مكان، وبذلك يتم نقل الجسم في جميع الاتجاهات، هذا النوع من الاعتراض بطبيعة الحال لا يكون منطقيا إلاّ في فلسفة الأمكنة الطبيعية، لأنّ الفراغ يصبح شرطا لإمكانية الحركة فقط، في المكان الحرّ، وليس سببا للتنقل، ففي الفيزياء الأرسطية سرعة المتنقل تتناسب عكسيا مع مقاومة الوسط، بسبب السرعة لأنها تعارض سقوط الجسم [2]، فيقول:<< سيكون المتنقل دائما أسرع حتى يصبح الوسط الذي يتم من خلاله التنقل غير ملموس، فلا يوجد عائق أمام تنقله، وتكون عملية تقسيمه سهلة أيضا، لأنه لا توجد أي علاقة بين الجسم والفراغ، وهو نفس الشيء بالنسبة للعدد>>[3]، ولأنّ الفراغ لا يحقق أيّ تناسب مع الامتلاء، فقط الصغر هو الدرجة الذي تحدده، وبالتالي ستكون حركة واحدة هي التي تكون متعلقة بحركة جسم أخر، لأنّ السرعة في الفراغ تتجاوز أي قياس، وبالتالي ستكون حركة القذيفة حركة لحظية.

والبديهية الأخرى لهذه الفيزياء هي: إنّ السرعة تتناسب مع قوة الدفع، في حالة سقوط الجسم كلية في الامتلاء، فالجسم الثقيل سيسقط بسرعة أكبر من الجسم الخفيف، لأنّه يقسم بشكل أفضل مقاومة الوسط بقوته. إنّ الثقل والخفة مفهومان مطلقان **ABSOLU** عند **أرسطو**، وربما أيضا تكوّن هذه المفاهيم هي الأخرى مفهوم الفراغ، ولكن وفقا لمبدأ التناسب

[1]-ibid, p, 208.
[2]- A. Koyré, **études galiléenne**, op, cit, p, 52.
[3]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, 207.

العكسي بين السرعة ومقاومة الوسط فمن الأفضل الاعتراف بسقوطهم جميعا بنفس السرعة، ولا يمكن أيضا من هذا الاستنتاج السخيف أن تؤدى إلى نفي الفراغ وهذا أمر لا يمكن تصديقه بالنسبة للفيزياء الحديثة، الرافضة للفيزياء الأرسطية [1]، فمشكلة الفراغ في الفيزياء الأرسطية في عدم تفريقها بين الجزء العلوي والجزء السفلى ، لأنّ الفراغ في الحقيقة ليس له مكان طبيعي (الأسفل أو الأعلى)ساعٍ باستمرار إلى استعادة هذا المكان الطبيعي، فإذا كان من المستحيل التمييز بين الأعلى والأسفل، فمن المستحيل على أي جسم العثور على مكانه الطبيعي والذي يتعارض مع نظريتيه الفيزيائية، وبالتالي فإن الجسم الذي يسبح في الفراغ لا يمكنه إيجاد مكانه الطبيعي، وبالتالي يعيق أي حركة لأنّ الأجسام لا يمكن أن تميل للعودة إلى المكان الذي تستقر فيه بشكل طبيعي ، ولا يتمّ أيضا انتقالها حتى بالحركة العنيفة، كما يعتقد **أرسطو** أيضا أنّ الحركة تستمر في توجيه الجسم الذي يتحرك فيه الجسم، فالرمح الذي يتم إلقاؤه في الهواء يسمح بمرور الرمح، كما يعطيه مسارا، ولكن في مكان فارغ لأنه لا توجد أي حركة لتحريك الجسم، ومن ثم لا يمكن لأيّ جسم تجسيد مسار جسم ما، لأنّ الجسم في هذه الحالة يمكن أن يتحرك في جميع الاتجاهات وفى زمن واحد، ولكن رغم ذلك وافق **أرسطو** على افتراض أنّ الحركة ممكنة في الفراغ، لكنّه أوضح حدود هذه الافتراض، ومرة أخرى يعتمد على عناصر أخرى لفيزيائيه لإظهار غياب مفهوم الحركة في الفراغ وعدم وجوده، وإذا كان موجودا، فالأجسام الأخرى ليس لها مكان طبيعي، ولا توجد أيّ قوة لإيقافها بمجرد وضعها في حركة مستمرة إلى ما لانهاية، ولا يكون لديها أي سبب للتوقف لأنّ المكان الطبيعي غير موجود ، ومشكلة أخرى تتعلق بالحركة نفسها في الفراغ وهى مقاومة الوسط[2]، وممّا سبق يظهر من كلّ هذا أنّ هذه هي أهمّ الاعتراضات التي وجهها أرسطو

[1]- André kopeck**, le planteur ontologique du vide,** thèse de doctorat, université de paris, 17 avril 2015, p, 16.

[2]- André kopeck, **la planteur de ontologique du vide**, op, cit, p, 17.

لنفي ودحض مفهوم الفراغ لأنّه كان يعتقد مشكلة تعيق تنقل الأجسام وأيضا هي رد على الفلاسفة الذين سبقوه والذين حاولوا إثباته بواسطة حجج لا تتطابق مع تصور أرسطو.

2-4- **الزمانLE TEMPS:** في الكتاب العاشر من كتاب **الطبيعة** يفتح **أرسطو** معالجته للزمان، انطلاقا من أراء سابقيه ممّا أثار الشك حول حقيقة وجوده، فكتب يقول:<< ونتيجة لكل ما قيل فمن المستحسن دراسة الزمان في المقام الأول لأنّه سيكون من المفيد تجنب الشكوك حول هذه المسألة ومعالجته حتى بالحجج الخارجية والشائعة، من أجل معرفة إمكانية عدّ الزمان من أشياء الموجودات، وفيما بعد نبحث عن طبيعته، وفيمايلي بعض الأسباب التي قد تكون خاطئة من أجل إثبات أنّ الزمان غير موجود نهائيا وإذا كان موجودا فإنّه يكون موجودا بطريقة صعبة وغامضة، فيمكننا أن نفترض بعد هذا، أنّ جزءا منه هو الماضي غير موجود، والجزء الآخر هو الحاضر الذي لم يقع بعد، فهذه الأجزاء كلّها هي مكونات الزمان النهائي والزمن دائما هو ما يبدأ دائما ومرة أخرى، أو الذي يتكون من عدم الوجود، قد يبدو من المستحيل أن يشارك في الوجود>> [1]، يظهر من خلال هذا القول ، أنّ مشكلة الزمان قديمة وطرحت الكثير من المشاكل ، كمشكلة طبيعته وحدوده وأجزائه، كما يظهر أنّ الزمان هو ماضي **passé** وحاضر **le présent** فلا يمكنه أن يدعي أيّ وجود لأنّه لا يمتلك أيّ جوهرية من ذاته بالنظر إلى أنّ الوجود يتألف من خلافه دائما من الأجزاء المكونة له، فالزمن الماضي لا يوجد، والزمن الحاضر لا يوجد أصلا وكل ما يوجد هو الزمان الحاضر كونه لحظة **L'instant**، وذلك يجرى مع نفسه ومع اللامنقسم [2]، فبالرغم من معرفتنا بأجزاء الماضي والحاضر إلاّ أنّه يصعب تحديد كيانه الوجودي يواصل **أرسطو** بحثه أيضا في الزمان ففي الفصل 11 يؤكد على حقيقة الاعتماد المتبادل بين الزمن واللحظة كما يظهر ذلك:<< إذا كان الزمان لا يوجد، فاللحظة أيضا لا توجد، وإذا كانت

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit p, 151.

[2]- محمد على أبو ريان، المرجع السابق، ص، 97.

اللحظة لا توجد فالزمان أيضا لا يوجد>> [1]، فالعلاقة بين الزمن واللحظة عند المعلم ، هي علاقة احتواء وكل طرف من هذه العلاقة يعمل على أن يكون عنصرا فعّال في بناء الآخر، كما أن وجودهما يتحقق حين يكونان معا وغياب أحدهم ينفي وجودهما نهائيا.

أما فيما بعد يلخص لنا **أرسطو** دور اللحظة من حيث هي لا منقسم محدود لزمن يضمن استمرارية الزمان فيقول:<< كما قلت، فهي تصل الزمان بالماضي والحاضر وبصفة عامة هي التي تحدد الزمان، وبداية مرحلة هو نهاية مرحلة أخرى، ولكن يبقى هذا غير واضحٍ بالنسبة للنقطة التي تبقى ثابتة، ومن ناحية أخرى ينقسم بالقوة>> [2]، فالهدف من هذه الدراسة وضع خلاصة عامة لمعنى اللحظة بما أنّها حد من حدود الزمان، ومعرفة كيف يجري فلا يمكن التفكير فيه إلاّ تحت منظور اللحظة، كما لا يمكن التفكير فيه كوجود غير محدد إلاّ باللحظة، لذلك يجب وضع تعريفٍ للزمان ومحاولة النظر في إمكانية ما لانهاية له، التي سوف تحقق معرفة اللانهاية.تسمح معرفة الزمان بتوضيح الإشكالية على حقيقتها، وتساعد على فهم الطبيعة أكثر ومعانيها واللاقسمة أيضا، لذلك وضع **أرسطو** تعريف لزمان في المقالة الرابعة وبالتحديد في الفصل الحادي عشر فيعرف الزمان على أنّه عدد الحركات كما يميّز بين العدد والمعدود فيقول:<< هذا هو الزمان، هو عدد الحركات حسب المتقدم والمتأخر، فالزمان ليس حركة ولكن عندما تصبح الحركة عدد فهي زمان، كما نميّزه بالزيادة والنقصان في العدد... إذن فالزمان هو عدد، وبما أن العدد يوجد بطريقتين مختلفتين كأن نقول العدد والمعدود لأنّ بهذه الطريقة التي نعد بها، فالزمان هو العدد وليس هو الذي نعده، لأنّ هذه الأشياء مختلفة>>[3]، إذن فالزمان هو عدد الحركات ويعطي هذا النص جانبه القابل للقياس الكمي، ونرى هذا الجانب القياسي داخلا في هذا المعنى، فالحركة لها عدد وفي داخل هذه الجملة يتعين النظر إلى الموضوع انطلاقا من جانبه المحدد، والنظر في الحركة

[1]-Aristote**, la physique tom2**, op, cit, pp, 233.
[2]- Aristote, **la physique tom2** , op, cit, p, 226.
[3]- ibid, pp, 236-237.

من وجهة نظر الزمان، وبهذه الطريقة يمكننا استبدال العبارة الناقصة بالعبارة الكاملة، فالزمان ليس حركة ولكنه حركة كالحركة التي تمتلك القياس، وبناءً على ذلك فالزمان هو عدد الحركات، وتكون الحركة قابلة للقياس مؤقتا، لأنّ الزمان والحركة داخلين في القياس والحركة تمتلك جانب محدود كونّها تستخدم الزمان كعدد لعد الحركة، وليس كموجود مستقل عنه أفضل من الزمان الذي ليس له وجود منفصل عن الحركة [1]، فكل ما نسعى للوصول إليه هنا هو أنّه بخصائص الزمان وصل أرسطو إلى نهاية عرضه عن الزمان كظاهرة مشتقة وليس كوجود منفصل وهذا صحيح من خلال التحليل التقني للمصطلح.

كما تطلب أيضا معرفة الزمان معرفة أجزاءه ، وبما أنّ اللحظة جزء من الزمان ومنه سوف نحاول كيف نستطيع معرفة الزمان انطلاقا من اللحظة ، بما أنها عد للزمان يبدو أنّه من اجل فهم الاستخدام الذي وضعه **أرسطو** هنا، سيكون من الضروري النظر في المصطلح بالإشارة إلى السياق الذي يظهر فيه، من هذا القبيل من خلال فكّ ارتباط معنى كلمة قياس، بمعنى اللحظة وعلاقتها بالزمان ، وفى الواقع هذا النص يبيّن مدى ارتباط ثلاثة ميادين ببعضها وهي: الزمان، المتنقل، والطول، وهذه العناصر الثلاثة المعنية هي اللحظة، والمتنقل والنقطة، لذلك يقترح علينا **أرسطو** دراسة الزمان انطلاقا من اللحظة فيقول:<< في الواقع وكما قيل، تتبع الحركة الكبير ونقول كذلك إنّ الزمان يتبع الحركة بنفس الطريقة أيضا، والمتنقل يتبع النقطة، وبفضله نعرف الحركة حسب المتقدم والمتأخر، واللحظة تتبع المتنقل كالزمان والحركة لأنّنا نعرف بالمتنقل المتقدم والمتأخر في الحركة، وبما أنّ المتقدم والمتأخر هو المعدود، فهو بالتالي اللحظة وهذه أكثر الطرق لمعرفتها بسهولة، لأنّ الحركة نعرفها بفضل وضعيتها والمتنقل بفضل تنقله لأنّ المتنقل واحد، ولكن ليس هو الحركة لأنّه من الواضح أن الزمان لم يكن موجودا، فاللحظة لا توجد أيضا على شكل تنقل ومتنقل، وبالتالي فعدد المتنقل هو التنقل لأنّ من جهة أخرى، فعدد المتنقل هو الزمان ومن جهة

[1]- P, Destrée, **le nombre et la perception**, revue de la philosophie ancienne, n=09, 1991, p, 59.

أخرى فاللحظة هي نفسها المتنقل كوحدة عددية>> [1]، ففعل القياس ظهر في سياق أين وضعه **أرسطو** كمرجع بطريقته الخاصة لمعرفة الزمان، وبفضل اللحظة (حسب المتقدم والمتأخر معا)تصبح قابلة للعد، بل أكثر من ذلك لقد أثبتت هذه العملية المعرفية عن طريق تسليط الضوء على اللحظة كوحدة عددية لقياس وجود الزمان بما أنّه عدد التنقل، وبتعبير عن الوحدة العددية، حتى الزمان الحاضر لم يكن أيّ حالة تعطى للحظة كعنصر قابل لتغير عن مجموعة من شأنها أن تشكل الزمان وبدلا من ذلك، يجب أن نحيل هذا التوصيف من اللحظة إلى الفعل والذي من شأنه أن يسلط الضوء على الدور الدقيق للحظة وفقا لمعرفتنا بالزمان كحدّ للحركة [2]، وفي الكتاب الأول لما بعد الطبيعة لأرسطو يحدد مفهوم القياس بالطريقة الآتية:<< في الواقع هذا هو القياس الذي تعرفه به المهمة فالكمية ككمية تعرف بالكمية والوحدة، وفي البداية الكمية تعرف كالواحد في ذاته، فلماذا الواحد هو مبدأ العدد بما أنّه عدد>>[3]، فمفهوم القياس يشير إلى المعرفة، كونها شيء واحد معروف وقبل كلّ شيء إلى الكمية بما أنّها كمية، يتم تحديد قياسها مع الواحد، كوحدة غير قابلة لتجزئة والتي تعرف باسم العدد بما أنّها عدد، والواحد يسمى بعد ذلك مبدأ العدد، وهذا التعريف للواحد يجب أنّ يفهم بطريقتين، من ناحية العدد فالعدد يعطى كوحدة، وأصل العدد الترتيب لأنّ الأعداد التي تعقبها تعكس فيما بينها وفقا لنظام مبدأ الواحد كمقياس للمعرفة [4]، يبدو أنّ **أرسطو** يريد القول بأنّ اللحظة هي التي تساعدنا على معرفة الزمان كوحدة للقياس وفقا لنظام المتقدم والمتأخر، بما أنّ اللحظة تفهم كوحدة عددية للزمان، ومع ذلك فهذا التحول في نص الميتافيزيقا لموضوع الزمان لم يكتمل، وذلك من خلال تسليط الضوء على معنى واحد كوحدة غير قابلة للقسمة وعلاقتها بالعدد، كما لا يمكن فهم هذا الترابط إلاّ في ثلاثة خطوط رئيسية ففي الفقرة

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 248.

[2]- Elémi kontogiani, article, a, s, Alexandre et E, rogna, acte des colloques de l'association, n=4 France, 2014, p, 11.

[3]- Aristote**, la métaphysique**, op, cit, pp, 199-200.

[4]- Eline kontogiani, op, cit, p, 14.

الختامية للفصل 11 يقول **أرسطو**: << بما أنّ اللحظة هي حد فلا يوجد هناك زمان ولكن عرضيا هي عدد، والعدد المحدود ينتمي فقط إلى كلّ ما هو محدود، طالما أنّ عدد الأحصنة نجده في الخارج>> [1]، فاللحظة كحد غير قابل للقسمة في الزمان تنتمي إلى الزمان، ومن جهة أخرى فالزمان نفسه لا يعطى كجزء للإدراك الزماني قابل للقسمة في اللانهاية، التي تحددها اللحظة وبكلّ الطرق فاللحظة هي عدد الزمان والزمان عدد، وهي في الحقيقة كالعدد القابل للعدد وهذا **العدد** المعدود لا ينبغي استيعابه دون أي وصفة أخرى على العدد المجرد التي ستعارض العدد الملموس بما أنّه عدد معدود [2]، فاللحظة من خلال الكتابين الذين تناولهما هي عدد قابل للعد وبها نعرف الزمان حسب المتقدم والمتأخر، بالإضافة إلى ذلك هي جزء مهم في الزمان والحركة ودونهما يصعب معرفة طبيعة الزمان بل أكثر من ذلك هي وحدة قياس ضرورية لزمان.

3- بنية العالم المادي عند أرسطو:

3-1- تقسيم العالم:

ينقسم العالم عند **أرسطو** إلى قسمين، وأساس هذا التقسيم هو فلك القمر، فهناك ما فوق القمر، ثم هناك ما تحت القمر أيّ الأرض وما حولها، وكلا العالمين متمايزين تمام التمايز، فالعالم الأول(ما تحت القمر) يسوده الكون والفساد إلى جانب ذلك هناك صفات أخرى سنفصّل القول فيها على حدة، أما العالم الأعلى فيمتاز بانعدام الكون والفساد [3]. من خلال هذا يظهر أنّ عالم **أرسطو** قسمان: قسم علوي وقسم سفلى وأساس هذا التقسيم هو فلك القمر ولكل عالم صفات خاصة به.

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, 243

[2]- ibid, p249.

[3]- عبد الرحمان بدوي، المرجع السابق، ص، 222.

يذهب **أرسطو** مذهب انبذوقليدس في القول بأن أساس تكوين عالم ما تحت القمر هو العناصر الأربعة، وقد بين أنّ هذه العناصر على أهمية بالغة في تكوين الأشياء، إذ يقول في كتابه **الظواهر الجوية** بأنه:<< قد أثبتنا أنّ هناك أربعة أجسام أخر تتشكل من المبادئ الأربعة، التي نقول أنّ حركتها ذات شقين، واحدة إلى المركز، والأخرى بعيدة عن المركز هذه العناصر الأربعة هي النار والتراب، والماء والهواء، فالنار تكون على سطح كلّ الأجسام الأخرى، أما الأرض فهي القاعدة أما بالنسبة للعنصرين الآخرين فلهما قواسم مشتركة مع العنصرين الأولين، فالهواء اقرب إلى النار والماء اقرب إلى التراب، ومن هذه العناصر الأربعة يتكون العالم>>[1]، فجوهر العالم الأرسطي إذن هو العناصر الأربعة ونمّيز في هذه العناصر عنصرين ثقيلين هما الماء والتراب، وعنصرين خفيفين هما النار والهواء، فالقواسم المشتركة بين هذه العناصر هي التي تساعد في عملية تكوين العالم.

كما يوضح **أرسطو** كيفية حدوث عملية التكوين فيقول:<< كلّ العناصر المختلطة والمنتشرة حول المكان المركزي هي مركبة من جميع العناصر البسيطة، وعلى هذا فإنّ جميعها من الأرض لأنّ كلّ واحد من هذه الأجسام هو الأحسن، وعلى الغالب في المكان الخاص به، ويوجد أيضا من الماء في كلّ الأجسام المختلطة ، لأنّه يلزم أن تكون مركبة ومحددة ويتحدد الماء بين الأجسام البسيطة وهو الوحيد الذي بسهولة ، ومن جهة أخرى فإنّ الأرض لا يمكنها البقاء دون الرطب الذي يجعلها مجتمعة، فإذا خلت من الرطب سقطت جميعا في التراب، تلك هي العلل في وجود الماء والأرض في جميع الأجسام المختلطة، ولكن يوجد فيها أيضا هواء ونار، لأنّ هذين العنصرين هما ضدان للأرض في جميع الأجسام المختلطة، ولكن يوجد فيها أيضا هواء ونار، لأنّ هذين العنصرين هما ضدان للأرض والماء، والأرض ضدا للهواء، والماء ضدا للنار بمقدار ما يكون جوهر ضدا لجوهر

[1]-Aristote, **la météorologie,** op, cit, p, 5.

أخر>>[1]، وهذا يعني أنّ وجود الأرض والماء يتضمن وجود الهواء والنار أيّ كلّ العناصر البسيطة الموجودة في كلّ مكان هي من هذه العناصر الأربعة، وعن طريق الأضداد تبدأ عملية التشكل في هذا العالم، كما توجد طريقة أخرى لتعين هذه العناصر الأربعة وهي النظر في تحولاتها الكيفية عن طريق الحواس فيقول:<< ما دمنا نبحث في ماهية مبادئ الجسم المدرك بحواسنا أعني الجسم الذي يستطيع اللمس أنّ يدركه ومادام أنّ جسمنا يعرفه يكون حسه الخاص هو اللمس فينتج بالبداهة أنّ جميع المقابلات بالأضداد التي يمكن مشاهدتها في الجسم لا تؤلف أنواعه ومبادئه ولكنّها هي أيضا أنواع ومبادئ الأضداد التي تخصّ حاسة اللمس>>[2]، يعني هذا الحواس تمكننا من إدراك وتمييز بين مختلف الكيفيات وخاصة بين البارد والحار وبين اليابس والرطب فيقول **أرسطو**:<< لما وجدت أربعة عناصر وكانت التراكيب الممكنة لحدود أربعة هي ستة، ولكن أيضا لما استحال اندماج الأضداد في شيء واحد بعينه، تبين أنّه لن تبقى إلاّ أربعة تراكيب، من جهة حار ويابس، حار ورطب، ومن جهة أخرى بارد ويابس، بارد ورطب>> [3]، إذن فمهما اختلف عدد الكيفيات عند تركيبها مع بعضها البعض فلن نحصل إلاّ على أربعة عناصر بسيطة: النار والهواء والماء والأرض، فالنار حارة ويابسة والهواء حار ورطب، ومادام الهواء نوع من النار، والماء بارد وسائل، نستنتج منه أنّ توزيع هذه الفصول بين الأجسام الأولى يفهم جد الفهم هو أنّ عدد هؤلاء هو على تمام التناسب>> [4]، ومنه يظهر لنا أنّ إنتاج كلّ عنصر يكون حسب طبيعته الكيفية لذلك رتبها في أربعة عناصر، ولكل عنصر أعطى له الصفات القريبة لكي تسهل عليه

1- أرسطو، **الكون والفساد**، ترجمه: بارتملي سانت هلرى، نقله إلى العربية، لطفي السيد، الدار القومية العربية لطباعة والنشر، دب، دت، ص، 199.

[2]- أرسطو، المصدر السابق، ص، 170.

[3]- المصدر نفسه، ص، 174.

[4]- المصدر نفسه، ص، 174.

عملية التصنيف هذا من جهة ومن جهة أخرى ليدرك التناسب بين كلّ عنصر ومساهمته في عملية تكوين العالم.

يشير **أرسطو** إلى أنّ هذه الكيفيات الأربعة منها ما هو موجب ومنها ما هو سالب، كما أثبت سابقا أنّ هناك أربعة علل للعناصر، وفقا لهذا المزج بين العلل الأربعة، فالعناصر أيضا هي أربعة اثنان منهما موجبان كالحار والبارد، واثنين منهما سلبيان كالجاف والرطب [1]، فالحار والبارد فاعلان يساعدان على تكوين الأشياء وخلقها أما الجاف والرطب منفصلان لصعوبة تحديد هاتين الكيفيتين بالإضافة إلى طبيعتهما التي تتغير .

إذا كان **أرسطو** قد لجأ إلى العناصر الأربعة كمصدر لتكوين الأشياء المحسوسة، فقد بيّن في سياق آخر أنّ هذه العناصر يتحول بعضها إلى البعض الآخر، وهو ما عبّر عنه في هذا القول:<< فإذا كان ثم آمر بديهي فذلك هو أنّها كلها يمكن بالطبع أنّ تغير بعضها إلى بعض لأنّ كون الأشياء يروح إلى الأضداد ويجئ من الأضداد، وكل العناصر لها تقابل بعضها إلى البعض الآخر لأنّ فصولها أضداد، وحينئذ في بعض العناصر الفضلان هما ضدان ومثال ذلك في الماء والنار فإنّ أحدهما يابس وحار في حين أنّ الآخر سائل وبارد، وبعض العناصر الأخرى ليس لهما إلاّ واحد من الفصلين، كالهواء والماء فإنّ أحدهما هو سائل وحار، والثاني بارد وسائل>> [2]، فكل عنصر انطلاقا من طبيعته يمكن أنّ يأتي من عنصر آخر كالهواء والماء فبتحول أحد الكيفيتين فحسب، مادام الأول سائلا وحارا والثاني باردا.

كما يرى **أرسطو** أنّ العناصر تكون مختلفة فيم بينها من حيث المادة والصورة وبدون مادة وصورة فلا يحدث أيّ تغير وتحول، لذلك يقول:<< ومع ذلك يلزم أن تفعل وتنفعل العناصر مع بعضها البعض عن طريق التكافؤ مادام أنّها تختلط وتتغير عن طريق التكافؤ

---

[1]– عبد الرحمان بدوي، المرجع السابق، ص، 226.

[2]– أرسطو، **الكون والفساد**،المصدر السابق، ص،178.

مع بعضها البعض>> [1]، فيقصد بهذا التكافؤ تكافؤ بين المادة والصورة لأنّ التحول والتغير يتطلب موضوعا مشتركا لكي يحدث هذا التغير، ولكي نحلل وجود الأشياء وتركيبها يفترض أنّ نسلم بمبدأ واحد حتى نتمكن من ذلك.

أخيرا يدرك **أرسطو** جيدا أنّ هذا التغير والتحول لا يحدث بالفعل وإنّما يحدث بالقوة فيقول:<< ومع ذلك فالأضداد أيضا هي قابلة على معنى الحد الذي أعطيته في بحوثنا الأولى، ومثال على ذلك أنّ الحار بالفعل هو بالقوة بارد والبارد بالفعل هو حار بالقوة أيضا بحيث انه لولا موازنة تامة لتغير احدهما إلى الأخر>> [2]، وفى هذا إنكار تام من أرسطو لأنّ تكون هناك قوة خارجية عن الجسم كمصدر لتحول هذه العناصر، وإنما توجد قوة ذاتية في العناصر الأربعة هي التي تساعد في عملية التشكل والتكون وهو ما يقصد به أنّ وجود الأشياء وجود بالقوة وليس بالفعل لأنّها لو وجدت الأشياء وجودا فعليا لكان هناك تدخل خارجي.

أما عالم ما فوق القمر فهو عالم الكواكب ولكي نبين المادة التي يتركب منها، يجب أنّ نتبع المنهج الذي ذكره **أرسطو** في مستهل حديثه في الفصلين الأول والثاني من كتاب **معالجة السماء**، وخلاصة هذا المنهج أنّ نعين المادة تبعا للحركة فيقول:<< من بين الأجسام ما هو بسيط ومنها ما هو مركب بأي شكل من الأشكال، وحركات الأجسام البسيطة هي بسيطة عن الأجسام المركبة، كما أنّ هذه الأجسام الأخيرة تتحرك وفقا للعنصر الذي يغلب عليها>> [3]. وفقا لهذا القول نستنتج أنّ كلّ جسم بسيط له طبيعة، كما أنّ التقسيم يكون بحسب الحركات، وأما إذا أردنا أن نعرف العالم العلوي فسنجد أنّ الحركة الوحيدة التي توجد فيه هي الحركة البسيطة ، وهذه الحركة حركة دائرية وبموجب القول أيضا تنقسم الحركات

---

[1]- أرسطو، **الكون والفساد**، المصدر السابق، ص،171.

[2]- المصدر نفسه، ص، 198.

[3] -Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 08.

إلى حركة بسيطة وأخرى مركبة، والحركات البسيطة هي وحدها التي توجد في العالم العلوي، وهو ما يظهر من خلال قوله هذا:<< ومن ثم توجد حركة بسيطة، كالحركة الدائرية، في حين يجب أيضا أنّ تكون حركة الجسم البسيط أيضا حركة بسيطة فلنبحث إذن عن مادة تصلح لأن تكون موضوعا للحركة البسيطة>> [1]، فالغرض الأساسي من هذا القول توضيح المسألة أكثر حول طبيعة العنصر الذي يشكل العالم العلوي ويربط هذا العنصر بالحركة الدائرية أنّ كان حقيقة هو المسئول عنها أم لا.

لذلك يفتتح كتاب **السماء** بتعريف الطبيعة، حيث يدور كلّ شيء تقريبا حول مفهوم الجسم كما يقدم الطبيعة كعلم لدراسة الأجسام الطبيعية، ومبادئها والظواهر التي تؤثر عليها، وفي هذا السياق العلمي العام، يجب إجراء دراسة أكثر تحديدا للكون، كجسم مثالي ومكتمل وهذه الدراسة كما يقول **أرسطو** يجب أن تكون من الجزء وصولا إلى الكلّ وتصوره بشكل أدق على العناصر الأولية التي تشكله، لذا فمن الطبيعي أنّ يلتزم **أرسطو** بعد هذه المقدمة بتقديم مختلف عن الأجسام البسيطة، بما أنّه لا توجد أربعة أجسام فقط، ولكن في الحقيقة توجد خمسة أجسام أولية، فهو دليل يستخدمه **أرسطو** على وجود العنصر الخامس بشكل طبيعي[2]، والفصل الثاني هو عمل يوضح دراسة الأثير في كتاب **معالجة السماء**، كما يجب أنّ تكون هذه الدراسة فيزيائية ومهيمنة على الأجسام وتحريكها.

يعتمد المعلم في إثبات وجود مادة خامسة أساسية على المبدأ العام في العالم، الذي بموجبه يكون كلّ جسم طبيعي بالضرورة متحركا حسب المكان، ومن بين الحركات المكانية التي يستطيع الجسم الطبيعي القيام بها، توجد فقط الحركة المستقيمة والحركة الدائرية، والتي تتكون من الحالات السابقة، ومن جهة أخرى فإنّ وجود عنصر خامس يستند إلى اتّصال

---

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit , p, 08.

[2] - Fabienne Baghdassarian, **la question du divin dans la philosophie Aristote-talicienne**, philosophie université jean moulin, lyon3, France, 2011, p, 136.

صارم يحدده **أرسطو** بين حركات بسيطة من جهة دائرية ومن جهة أخرى مستقيمة [1]، لذلك يقول:<< بما أنّ هناك حركة بسيطة، وبما أنّ الحركة الدائرية بسيطة فإنّ حركة الجسم البسيط أيضا هي حركة بسيطة، كما أنّ الحركة البسيطة تنتمي إلى الجسم البسيط، فيجب بالضرورة أنّ يتحرك الجسم البسيط حركة دائرية وبالطبيعة نفسها>> [2]، وبالمعنى الدقيق للكلمة لم يتم بعد تقديم الأدلة في هذه المرحلة بأن الحركة الدائرية هي نتيجة عنصر خامس، لذلك فإنّ وجود عنصر خامس يرد ضمنيا في هذا الاستنتاج الأول حيث لا يمكن أنّ تكون أيّ من هذه العناصر القديمة مؤهلة لتكون هي، ويرجع ذلك إلى الدقة غير الواضحة على ما يبدو والتي تعلق الاقتباس السابق والتي تؤكد أنّ الحركة الدائرية يجب أنّ تكون الحركة الطبيعية لجسم بسيط معين، ومع ذلك من ناحية أخرى يمكن لكل عنصر أن تكون له حركة طبيعية واحدة، وهي حركة مقيدة ومن ناحية أخرى نجد أن كلّ عنصر من العناصر الأربعة والأنواع المختلفة تكون حركتها في خط مستقيم أيّ حركة صعودية أو تنازلية وهي ما تترجم بالحركة الطبيعية والمقيدة [3]، يبقى إذن فقط فرض وجود جسم خامس يخضع بطبيعته إلى الانتقال في دائرة.

3-2- أنواع الحركات في العالم:

لقد سبق وتطرقنا إلى مفهوم الحركة ولوازمها، من خلال تحديدنا لأنواع الحركات والآن سوف نركز على حركة النقلة أو المكانية أو المحلية، التي تنقسم بدورها إلى حركتين حركة مستقيمة وحركة دائرية، وكلّ واحدة تتميز عن الأخرى بجملة من الخصائص، ولكن السؤال الذي ينبغي أنّ نطرحه هو كيف نستطيع التمييز بينهما؟ وهو ما سوف يجيب عنه **أرسطو** من خلال كتابه **معالجة السماء**. إنّ أول هذه الحركات التي سوف نتحدث عنها هي الحركة

---

[1] - Fabienne Baghdassarian, **la question du divin dans la philosophie Aristote- talicienne**, op, cit, p, 136.

[2] - Aristote**, traite de ciel**, op, cit, p, 08.

[3]- Fabienne Baghdassarian, **la question du divin dans la philosophie Aristote- talicienne**, op, cit, p, 136.

المستقيمة، فكما نعلم فإنّ هذه الحركة تكون دائما في خط مستقيم كما يكون اتجاهها من الأسفل إلى الأعلى أو من الأعلى إلى الأسفل وهو ما يؤكد عليه **أرسطو** من خلال هذا القول:<< فالحركة المستقيمة هي التي تكون في اتّجاه الأعلى أو إلى الأسفل، وأنا ألاحظ من الفوق فهي كلّ ما يبتعد عن المركز ومن الأسفل هو كلّ ما يتجه إلى المركز>> [1]، هذا ما عرّف به المعلم الحركة المستقيمة وهي أنّ تكون دائما في خط مستقيم أيّ بمعنى آخر لها بداية ونهاية ووسط.

يبدأ **أرسطو** في إفراد بعض الخصائص لهذه الحركة ومن أهمها التضاد فيقول:<< وبالفعل فالحركة نحو الأعلى والحركة نحو الأسفل هما متضادتان فيم بينهما>> [2]، فكما نعلم أنّ ضد الأسفل هو الأعلى وضد الأعلى الأسفل، فقد أصاب في تحديد أول ميزة لهذه الحركة وهي التضاد، ويضيف إلى ذلك أنّ هذه الحركة ترتبط كثيرا بالعناصر الأربعة لأنّها ببساطة هي التي تأخذ هذا النوع والشكل من الحركة فيقول:<< أنّ الحركة نحو الأعلى تكون لجسمين النار والهواء والحركة نحو الأسفل تكون للماء والتراب>> [3]، فمن خلال كلّ هذا يظهر أنّ الحركة المستقيمة تكون حسب طبيعة كلّ عنصر فعنصر النار والهواء يأخذان الحركة والاتجاه نحو الأعلى، أما التراب والماء فيأخذان الحركة والاتجاه نحو الأعلى.

يضيف **أرسطو** ميزة أخرى للحركة المستقيمة فيقول:<< فالحركة المستقيمة ليست مثالية، لأنّ كلّ ما هو في خط مستقيم لا متناهٍ، ولكي تكون مثالية يجب أنّ تكون لديها بداية ونهاية ووسط>> [4]، فتعليل **أرسطو** بأن الحركات المستقيمة ليست مثالية يرجع في الحقيقة إلى مبدأ تقوم عليه فلسفته وهو أنّ لا علم إلا بالنهايات وإضافة إلى ذلك فالحركة

---

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 07.
[2]- ibid , p, 10.
[3] - ibid, p, 10.
[4] -ibid, p, 11.

المستقيمة هي حركة تتغير باستمرار نتيجة التغيرات التي تحدث في العناصر الأربعة، كما نعلم أيضا أنّ هذه العناصر الأربعة هي المسئولة عن الكون والفساد.

أما الميزة الأخرى التي يذكرها لهذه الحركة فهي بساطتها، وهذه البساطة جاءت نتيجة من طبيعة العناصر المكونة لها فيقول:<< نقول عن جسيم بسيط، هو ما يكون من طبيعته مبدأ للحركة كالنار والتراب والأنواع الأخرى، والأجسام التي تشبها، بالإضافة إلى ذلك فالحركات منها ما هو بسيط ومنها ما هو مركب، بأيّ شكل من الأشكال وحركات الأجسام البسيطة هي بسيطة عن الأجسام المركبة، وهذه الأجسام الأخيرة تتحرك وفقا للعنصر الذي يغلب عليها>>[1]، ومن هنا يؤكد **أرسطو** أنّ الحركة المستقيمة هي حركة بسيطة وبساطة هذه الحركة تستمد من طبيعة العنصر الذي يغلب عليها.

لقد استعان أرسطو على جملة من الحجج لتعزيز فكرته من الحركة المستقيمة كتأكيد آخر على خاصية التضاد فيقول:<< فيمكن أن نقول الحركة من أ إلى ب في خط مستقيم هي ضد الحركة من ب إلى أ>>[2]، فالحركة من أ إلى ب هي ضد الحركة من ب إلى أ في خط مستقيم، فرضا قد يكون أ هو الأسفل وب هو الأعلى، فالانتقال إذن في الاتجاهين مختلف قد يكون الاتجاه الأول من الأسفل إلى الأعلى في حين يكون الاتجاه الثاني من الأعلى إلى الأسفل، فبالتالي حسب **أرسطو** أنّ هذه الحركة المستقيمة هي حركة متضادة أكد عليها من خلال هذا المثال.

أما الحجة الأخرى التي يستعملها في تأكيد موقفه هي حجة الزمن فإذا أمكن لنا قياس هذه الحركة فستصبح مرجع للقياسات الأخرى،فيقول:<< إليكم حجة أخرى تثبت بوضوح أنّ الشيء اللامتناهى لا يمكن أنّ يتحرك، وليكن الخط أ في سقوط متوازي ومضاد ل ب، بحيث يكون أحدهما متناهي، فهناك ضرورة في نفس الوقت أنّ يكون أ يقسم ب، وب تقسم

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 08.
[2]- ibid, op, cit, p, 531.

أ، بحيث يمكن أنّ تتجاوز أحدهما الأخر، والأخر أيضا يمكن أنّ يتجاوز الأول، إذن في كلتا الحالتين يتجهان في اتّجاه متضاد، كما يقسمان المسافة بسرعة كبيرة، فإذا كان الأول يسقط باتجاه مقابل من مكانه فالانقسام سيكون بطيء، ولنفترض أنّ الذي يسقط أمامه سيكون بنفس السرعة، فمن البديهي أنّ لا يقطع الخطّ اللامتناهى في زمن متناهي>> [1]، فخلاصة هذا النصّ أنّ الحركة المستقيمة حركة لا متناهية لا يمكن قياسها في زمن متناه.

أما النوع الثاني فهو الحركة الدائرية وقبل كلّ شيء لنسأل عن طبيعة الحركة الدائرية، فما هي هذه الحركة؟ يفترض أولا وقبل كلّ شيء أن تشغل نفس المكان باستمرار، خلافا للحركة المستقيمة أو الزيادة والنقصان، فإنّ ما يتحرك في دائرة يبقي في نفس المكان باستمرار، فإذا كان كلّ جزء يتحرك دائريا فإنّه في مجموعها من ناحية أخرى، لا يتحرك أبدا، ولكنه يبقى في حالة سكون دائم فيقول **أرسطو**:<< لهذا السبب فإنّ الأرض بطريقة معينة تتحرك إلى السكون، لأنّها تحتل نفس المكان>> [2]، وبنفس المعنى، فإنّ ما يتحرك في دائرة لا يتغير، ولا هو في الحقيقة حركة، لأنّ الدوران لا يتأثر بأي تغير، والمفارقة أيضا هو أنّه لا يحدث في أماكن متغيرة كما أنّ الحركة الدائرية تحدد الحركة المحلية التي هي نوع منها، وباختصار فإنّها تقدم نفسها على أنّها تنقل في حدود اللامتحرك، لأنّ البقاء في نفس المكان يمكن أن يكون تعريفا بسيطا للسكون، فالحركة الدائرية هي التي تحتل نفس المكان فإذن هي حركة تهتم بنفس النقاط دائما بحيث تكون نقاط انطلاقها متساوية في نفس الوقت مع نقاط وصولها [3]، لذلك يقول:<< أنّ ما لم يتم نقله من أ سيتم نقله في نفس الوقت إلى أ، وفقا لنفس الدافع>> [4]، فالدائرة في الواقع هي كلّ نقطة لها بداية ووسط ونهاية، ويقول أيضا:<< في الواقع كلّ نقطة في كلّ مرة هي البداية والوسط والنهاية، بحيث يكون الوسط

---

[1] - Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 535.
[2] - ibid, p, 554.
[3] - Fabienne baghdassarian, **la question du divin dans la philosophie d'Aristote**, op, cit, p, 112.
[4] - Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 548.

بين البداية والنهاية>>[1]، فهذه الملاحظات لها أهمية كبيرة في فيزياء **أرسطو** لأنّها تسمح له بتأسيس استمرارية الدوران، والاستمرارية التي يعنيها هي الأبدية والأسبقية والكمال للحركة الدائرية، وهي حركة لموضوع واحد، والتي تحدث في زمن واحد، وفى مجال لا يوجد لديه اختلاف معين، فالتضاد على وجه التحديد هي فروق محددة، وعلى هذا النحو فالحركة المستقيمة هي حركة لا يمكن وصفها بأنّها مستمرة لأنّ نقطة الانطلاق ونقطة وصولها هي عكس ذلك، بحيث يكون التحرك باتجاه أ هو عكس الانتقال إلى أ، وفى المقابل فإنّ الحركة الدائرية في نفس الوقت هي البداية والوسط والنهاية، لأنه لا توجد نقطة في الدائرة هي عكس أيّ نقطة أخرى[2]، وبهذا فالحركة الدائرية هي حركة مستمرة ليس لها أيّ نقطة أو أيّ اتّجاه معاكس فيقول **أرسطو**:<< لذلك لا شيء يمنعه من التحرك باستمرار أو عدم ترك فترة زمنية، فالحركة الدائرية هي في الواقع ما تتجه في اتّجاه واحد وتعود في نفس الاتجاه، بينما تنتقل المستقيمة من اتّجاه إلى اتّجاه أخر>>[3]، ومن هنا يتضح أنّ الحركة الدائرية هي حركة أبدية أولية كاملة لأنّها خالية من الأضداد، كما أنّها خالية من الغايات التي يجب أنّ تتوقف عندها، وفى قول آخر يقول **أرسطو**:<< ففي الحركة المستقيمة، يتم تحديد البداية والوسط والنهاية وكلّ شيء متماثل لديها بحيث تكون هناك نقطة ينطلق منها، من أين تبدأ وأين تنتهي، لأنّ كلّ شيء سيكون في سكون تام في النهاية، فالبداية مثل النهاية في حين أنّ البداية والنهاية والوسط في الحركة الدائرية غير محددة>> [4]، ففي الفيزياء الأرسطية هناك أيضا مقارنة بين الحركة المستقيمة والحركة الدائرية التي تسمح له البرهنة على خلود وأولوية الحركة الدائرية، لأنّ الحركة المستقيمة والحركة الدائرية لا يمكن أن تكون غير محدودة نظرا لأنّ الجسم الكبير غير محدد لا يوجد بالفعل، وإن وجد فسيكون من المستحيل تتبعه، ونتيجة

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 548.
[2]- Fabienne Baghdassarian, **la question du divin dans la philosophie d'Aristote** op, cit, p, 113.
[3]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 547.
[4]- ibid, p, 553.

لذلك، يتم تصغير الحركات المستقية إلى خط محدد وتنتقل في اتّجاه غير محدد لتتبع خطوتها حتى لا تكون هذه الحركة فريدة ومستمرة لأنّها تتكون من عدة اتجاهات بالرغم من انتقالها مرة واحدة ولكنها قابلة للفساد وغير مكتملة [1]، ولكي تصف الحركة الدائرية يجب أن تكون على شكل دائرة وأن لا تكون غير قابلة للفساد والنهاية، إذن هذا ما يميز الحركة الدائرية عن الحركة المستقيمة.

يستخدم **أرسطو** في هذا الفصل حجة أخرى من أجل إثبات الحركة الدائرية، ويوضح أنّ التنقل الدائري في السماء منظم وهو مقياس الحركات الأخرى، كونه أيضا مقياس زمني لأنّ كلّ قياس هو حقيقة أولى ولأن الحركة الدائرية هي أولى الحركات فيقول:<< وبالفعل، فالحركة الدائرية هي مقياس الحركات فمن الضروري أنّ تكون الأولى لأنّ كلّ الأشياء تقاس بما هو أول، فلهذا السبب فإنّ الأول يكون مقياس الأشياء الأخرى>>[2]، فهذا الدليل يدل دلالة واضحة على صفة رئيسية للحركة الدائرية ألا وهي تجانسها، كما يمكن اعتبارها مقياسا للزمان لأنّها من بين جميع الحركات الأكثر انتظاما وأبدية، فهذه الخاصية الجديدة هي التي تحدد الشكل الذي ترسمه هذه الحركة.

كما يقول **أرسطو** أيضا:<< أنّ ما يتحرك في دائرة يتحرك بشكل موحد ولا يخضع للتسارع والتباطؤ، لأنّ اختلاف السرعة هي سبب قرب المسافة من الجسم المتحرك نحو نهايته، وعلاوة على ذلك من الممكن أنّ تكون الحركة في دائرة موحدة فقط، لأنه في الواقع، يتم نقل الأشياء التي تتحرك في خط مستقيم بشكل غير منتظم من البداية إلى النهاية، كما أنّ كلّ الأشياء تقاس بالابتعاد عن السكون والحركة بشكل أسرع>> [3]، وبما أنّ كلّ نقطة في الدائرة هي في نفس الوقت بداية ووسط، ونهاية، فإنّ المتحرك الذي يعبرها دائما ما يكون في

---

[1]- Fabienne baghdassarian, **la question du divine dans la philosophie d'Aristote- talicienne**, op, cit, p, 114.

[2]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 553.

[3]- ibid, p, 555.

نهاية ولا يوجد أبدا، حتى لا يكون هناك سبب التنقل في بعض الأحيان سريعا، وفى بعض الأحيان الأخرى بطيئا.

3-3- طبيعة المادة الأثرية:

إنّه من الواضح أنّ هذا الوصف للأثير لا يتعلق فقط بانتمائه إلى العلوم الطبيعية، ولكن أيضا بسبب تجاوزه للمادة العادية، بما أنّه غير قابل للفساد والتغير، ولأنّ هذه الخصائص متجذرة في الطبيعة، كما هي دراسة لعنصر يختلف عن العناصر الأخرى، ولهذا السبب فإنّ الفصول الأولى من كتاب **معالجة السماء** لا تشير فقط إلى طبيعة المادة الأثرية، بل تشير أيضا إلى تحليل الدوران وعواقبه على طبيعة الجسم الذي ينفذها، وهو ما أدى **بأرسطو** من خلال لمساته المنفصلة إلى القول بنبل ما يتحرك في دائرة، لأنّ هذا لا ينبع من أيّ شيء سوى من الإمكانيات الفريدة للأثير إذا كان الجوهر بالطبع، لأنه ليس عنصرا كباقي العناصر الأخرى، بفضل خاصيته للحركة الطبيعية فكلّ ما هو مثالي أو مكتمل هو بطبيعة الحال مائل إلى الكمال، وبما أنّ الدائرة هي الشيء المثالي والكامل، فإنّ اتّجاه الجسم الذي يعبر عن هذه الحقيقة هي الحقيقة الأولى والكاملة [1]، فيقول **أرسطو**:<< ومن هذه الاعتبارات، فإنّ ما يترتب على ذلك وجود مادة جسمية مختلفة عن تشكيلات هذا العالم، والتي تتفوق بإلوهيتها بامتياز>>[2]، وفى ملاحظة مشابهة في الفصل الثاني من كتاب **السماء**، فيعبر **أرسطو** عن فكرة أنّ القوة الطبيعية لدوران لا تلزمنا فقط بالاعتراف بأنّ هناك جسم خامس، ولكن أيضا أنّ ننسب إليه طبيعة مختلفة ومتسامية، لأنّ الحركة الدائرية هي حركة مستمرة وأبدية، لا شيء فيها مفقود فيقول:<< في الختام إذا كنا نفهم بالاعتماد على كلّ هذه الاعتبارات، يمكننا أنّ نقتنع بأنّه هناك بالإضافة إلى الأجسام المحيطة بنا هنا في الأسفل جسم مختلف ومنفصل، ومن طبيعته النبل، لأنه بعيد من المحيط الذي نتواجد

[1]- Fabienne baghdassarian, **la question du divine dans la philosophie Aristote-talicienne**, op, cit, p, 143.

[2]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 11.

فيه>>[1]، فهذا النص دلالة واضحة على ألوهية الأثير، وأنّه ليس عنصر كباقي العناصر الطبيعة الأخرى.

يختتم **أرسطو** الفصل الأول بالعديد من الدعوات إلى التقاليد الشعبية لأنّه كان يأمل في وضع مذهب يشرح أنّ العقلانية الفلسفية والرأي الشعبي يؤكدان بشكل متبادل ومتقارب على قناعة بوجود اله سماوي، كما تشير نصف المفاهيم الشعبية إلى الأثير، فكتب يقول:<< كلّ الأشخاص في الواقع لديهم مفهوم معين للآلهة، وكلهم مكلفين بالقدسية الإلهية كأرقى مكان، فالبرابرة والإغريق على الأقل هم أولئك الذين يؤمنون بوجود الآلهة، فمن الواضح أنّ فكرة الخالد من الخلود، لأنه لا يمكن أنّ يكون غير ذلك، لذلك إذا كان هناك كائن الهي، وهناك حقيقة واحدة فإنّ ما قيل للتوصل إلى أول المواد الجسمية هو الصحيح تماما>> [2]، يختار **أرسطو** هنا أن يستأنف موقفا تقليديا بالتوافق، بما أنّ اليونانيين والبرابرة يتفقون على هذه النقطة حيث أنّ الآلهة توجد في السماء لأنّها خالدة، لذلك يجب عليهم أنّ تظل في مكان غير قابل للفساد جدير بإيوائه لأنّ الخلود مرتبط بالخالد، وهذا يعني أنّ أطروحة خلود العنصر الخامس توجد في هذا الاعتقاد الشعبي وتأكيدا إضافيا، لاشك أنّ **أرسطو** على حق في الإبقاء على الأثير على أنه ليس متوالدا وفاسدا، لأنّ جميع المتدينين والعقلاء يتفقون على أنّ السماء شيء يبقى إلى الأبد.

إن أصل الأثير الذي ربطه **أرسطو** بشكل خاطئ بفكرة العرق المتواصل لا يخدم فقط الشهادة صراحة على خلود الأثير وسماته بل أكثر من ذلك يؤكد على ألوهية الأجرام السماوية ولذلك يقول:<< فالاعتقاد الأول بأنّ هذا الجسم يختلف عن الأرض والنار والهواء والماء، فلهذا أطلق الأولون على المكان الأعلى بالأثير، كما أطلقوا عليه المكان الذي يتحرك باستمرار وإلى الأبد إذن هي التسمية التي قدموها لها>> [3]، فمن المحتمل أنّ **أرسطو**

---

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit t, p, 13.

[2]- ibid, p, 20.

[3]- ibid, p, 20.

في هذا النص يبحث عن أصل هذا الأثير، وينفي على **أفلاطون** أن يكونا لأول الذي تكلم فيه، لأنه كان موجودا كمعتقدات يعتقد بها البرابرة واليونانيون ومتداولا شفويا بالقول أنّ النجوم تسري بشكل أبدي.

كما توجد هناك أيضا حجة أفلاطونية أكثر وضوحا يكشف عنها **أرسطو** في كتابه **الظواهر الجوية** فيقول:<< في الواقع يبدو أنهم يتصورون الجسم الذي يجرى باستمرار شيء إلهي فيم يخص طبيعته، وقرروا تسميته الأثير، فالجسم من ذلك النوع لا شيء مثله من الأشياء التي من حولنا>>[1]، لذلك يقترح علينا **أرسطو** أيضا استيعاب أنّ كلّ ما هو مختصر إلهي، ممّا يوحي أيضا بأنّ الأثير لا يعني فقط الأبدية بل يعني شيئا إلهيّا، وفيم يتعلق ببعض الآلهة فإنه لا ضرر وراءه في تجسيده كأشياء نجميه.

3-4- طبيعة الموجودات السماوية والهدف من كتاب (الطبيعة والسماء):

لقد سبق وتحدثنا عن الأثير وأهم خصائصه كمادة أولية لبنية عالم ما فوق القمر ومسؤوليته عن الحركة الدورانية، وأيضا كمادة غير قابلة للفساد والتغير، فما دامت هذه طبيعة وحقيقة الأثير، إذن ما هي طبيعة الكائنات السماوية وما يشغل هذا المجال؟، وبما أنّ النجوم هي جزء من هذا العالم فبالضرورة أن تكون أبدية لأنّ طبيعة هذه الكائنات هي أثرية فيجب أن تتكيف مع طبيعة هذا العنصر وقابلة لتحمل كلّ ما يطرأ عليها من تغير وتعديل وبالتالي السعي إلى الأبدية، وبفضل هذه الطبيعة الأثرية واستعدادهم، للحركة الدائرية، يظهر أنّ النجوم كأولى الكائنات الأولية لهذا العالم وهذا ما قاله **أرسطو**:<< إذا كانت الكائنات الأولى لا يوجد بها ما هو غير طبيعي لأنّها بسيطة وغير مختلطة وتوجد في المنطقة الخاصة بها، وليس لها أيّ ضد، سنجدها لا تحتاج إلى أيّ قوة خارجية>> [2]، إذن فالحركة الدائرية هي–في الواقع– كاملة وأسبق من الحركات الأخرى فهي إذن حقيقة فعلية وأولية

[1]- Aristote, **la métrologie**, op, cit, p,

[2]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 150.

فوفقا للمبدأ الأرسطي في كتاب **الميتافيزيقا** أسبقية الفعل على القوة وهذه الأسبقية هي أسبقية زمنية فإنّه يلجأ إلى تبرير موقفه هذا إلى مثال النجوم فيقول:<< إذا كان هناك شيء أبدي، فلا يتم تحريكه وفقا لقوة ما، باستثناء انتقاله من مكان إلى مكان أخر، وبهذا المعنى لا شيء يمنع من حدوث ذلك، لأنّ هذا هو السبب في أنّ الشمس والنجوم والسماء كلها لا تزال تتحرك، ولا ينبغي الخوف من توقفها يوما ما، وهو ما يخشاه، اللذين يدرسون الطبيعة، لأنّ الحركة بالنسبة إليهم لا تتعلق بقوة المتناقضات، كما هو الحال مع الكائنات الفاسدة، حتى تكون استمرارية الحركة متعبة بالنسبة لهذه الأخيرة، لأنّ في جوهرها المادة بالقوة وليست بالفعل>>[1]، ففي الواقع الكائنات الأبدية أسبق من الكائنات القابلة للفساد ، لأنّ القوة سبب هذه التغيرات لذلك يمكن أنّ يكون الوجود بالقوة فاسدا ، بينما الكائنات غير قابلة للفساد موجودة بالفعل ، وهو ما لا يسمح بحدوث أيّ تغير عليها فهي ضرورية وتسبق أيّ حقيقة محتملة وهو ما أوضحه **أرسطو** بمثال النجوم.

كما يستند في ذلك والى تبرير موقفه بهذا الدليل القديم على أنّ كلّ ما يتحرك إلى الأبد هو إلهي، فالكتاب الثاني يظهر لنا لمسة أرسطو في المزج بين التحليل الإلهي القديم والفلسفي للسماء، كما يعطي لنا دليلا ماديا للأثير وحركته في الاعتقاد القديم بأنّ ما يتحرك إلى ما لا نهاية له شيء من الإلوهية بطبيعته فيقول:<< ولهذا السبب فانه من الجيد بالنسبة لنا أنّ نقنع أنفسنا بشكل وثيق بقضية المفاهيم القديمة، التي كانت لدى أجدادنا، بأنه توجد أشياء أبدية وإلهية في الكائنات الموهوبة بهذه الحركة، لأنّ هذه الحركة ليس لها حدود، بل تشكل حدا بذاته للآخرين>> [2]، أنّ التأكيد على الحركة الدائرية تجلب تأكيدا آخر لأرسطو على أنّ من خصائص النجوم الألوهية وأنّ المزج بين الدليل القديم والفلسفي ليس هدفه التعميق في التحليل الفلسفي، وإنّما كانت بمثابة دليل مادي لهذه الكائنات القديمة لذلك تم

[1]- Aristote, **la métaphysique**, op, cit p, 196.
[2]- Aristote, **traite de ciel**, op cit, p, 70.

تمثيلها بشكل مثالي، وبشكل غير مباشر يضيف دليل آخر للمحافظة على ألوهية النجوم (وخاصة أنّها تنتمي إلى منطقة إلهية هذا من جهة، ومن جهة أخرى أنّها ذات طبيعة أثرية) فيقول **أرسطو**:<< أنّ فعل الله هو الخلود، أيّ الحياة الأبدية لذلك يجب أنّ يكون لله بالضرورة حركة أبدية، بما أنّ السماء لها هذه الصفة أيّ جسم الهي، فلهذا السبب فهي تشمل الجسم الدائري الذي يتحرك بطبيعته في دائرة>> [1]، فتبرير **أرسطو** هنا لا يوضح فقط الفهم العادي للآلهة بل تفسيره يتوافق مع نظريته عن النجوم الأثرية.

نص آخر يؤكد على خلود السماء وجعلت من الممكن صياغة مفهوم الأبدية عنده فيقول:<< في الواقع لقد تكلم القدماء عن الألوهية عن طريق نطق هذا الاسم، فإنّ المفهوم الذي كان متداولا في زمن كلّ فرد، ابعد من أيّ شخص لا يتماش مع طبيعته، وقد سميت حياة كلّ منهما طبقا لنفس المنطق، فإنّ مفهوم السماء كلّها، أيّ المصطلح الذي يحيط بكل الزمن اللانهائي، هو المدة، الذي أخذت اسمها من الوجود الأبدي، وهو الخالد والأبدي>> [2]، فمثال السماء والنجوم هو دليل كافٍ **لأرسطو** لإثبات ألوهية هذا العالم بغض النظر عن المفاهيم التي استخدمها القدماء في تعليل طبيعة هذا العالم.

انطلاقا من هذه الطريقة التي تم تحديد ثبات السماء بها وحركتها الممكن رؤية أنّ كلّ حقيقة فلكية تؤدي إلى الوجود الإلهي تطابق مع إله الأجرام السماوية، كما أنّ طبيعة الحركة فيه ليست مشروطة بقوة خارجية تمارس عليه بحكم طبيعتها، وهو ما يؤكد عليه أرسطو في بداية الكتاب الثاني من **معالجة السماء** فيقول:<< فقد كلف القدماء بتعين المكان الأعلى بأنه سماء إلهية، لأنهم كانوا يعتبرونها الخالد الوحيد، فهذا الدليل شاهد على أنّ السماء غير قابلة للفساد والتوالد، والى جانب ذلك، فهي أمنة من جميع المشكلات المتعلقة بشروط الموت>> [3]، ويواصل في ذلك فيقول:<< وبالإضافة إلى ذلك فإنّه لا يمكن أن نخضعه إلى

---

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 71.
[2]- ibid, p, 115.
[3]- ibid, p, 116.

جهد مؤلم، لأنّه لا يحتاج إلى إضافة ضرورة ملزمة لكبح جماحها والخضوع لمثل هذا القيد بل يجب أن يكافحه، لأنّه سيعاني كثيرا كما سيكون أكثر أبدية، ولن يصل إلى حالة الأبدية والكمال في حالة ما سحبت منه هذه الخاصية>> [1]، ومن خلال هذين النصين اللذين بين أيدينا يظهر أنّ تحليل **أرسطو** للأثير والحركة الدائرية منطقي، وعمله على إثبات إلوهية النجوم وعلى وجود إله في السماء أبدي غير قابل للفساد والتغير.

لنبقى في هذه النقطة بالتحديد التي يستخدم **أرسطو** من البراهين التي تؤيد موقفه، فيقول:<<حسنا إذن كما قلنا، يبدو أنّ تفسيراتنا للحركات الأولى ممكن، وإنما بفضلها تمكنا من تصور اعتقاد أكثر صحة على أبدية السماء، ولكن بفضلها نحن نتمسك بالطريقة الوحيدة لتعبير>>[2].

أما في سياق آخر أردنا أن نجري بعض المقارنات بين الطبيعة والسماء والهدف الذي كان يسعى **أرسطو** إلى الوصول إليه. يفتتح **أرسطو** كتاب **السماء** بالتذكير بما سبق وإن كان قد تطرق إليه في كتاب **الطبيعة** فيقول:<< أنّ علم الطبيعة في جزئه الكبير أو في كلّ شيء هدفه الأجسام والمقادير، والتغيرات والحركات التي تحدث فيها، كما يتناول المبادئ التي تحكم فيه والتي سبق وتحدثنا عنها والأشياء التي يكون مبدأها الطبيعة، فبعضها عبارة عن أجسام ومقادير، والبعض الآخر جسم وحجم، والبعض الآخر هي مبادئ تشكل الأجسام والأحجام>>[3]، وهو بالتقريب نفس التعريف الذي نجده في كتاب **الطبيعة** إذا يقول:<< من بين الأشياء التي يطلق عليها طبيعة، نجد البعض منها جواهر والبعض الآخر هي التي تهتم بالأجسام والحجوم>> [4]، فهذان التعريفان يظهران متشابهان إلى حد كبير من حيث الصياغة والمحتوى على أنّ العلوم الطبيعية موضوعها الأجسام الطبيعية موضحا بشكل

---

[1]- Aristote**, traite de ciel**, op, cit, p, 116.
[2]- ibid, p, 71.
[3]- ibid, p, 2.
[4]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 47.

كامل مفهوم الجسم الطبيعي الذي يشكل المحور المركزي للفيزياء الأرسطية مع تأكيد **أرسطو** على أنّ دراسته تمتد إلى الحركة التي توافق الأجسام والمبادئ العامة التي تحكمها.

كما يفتتح كتاب السماء بدراسة العناصر الأربعة والبرهان على وجود الأثير، إذا يقول:<< جميع المقادير الطبيعية تتحرك وفقا لمبدأ داخلي ووفقا للمكان، نقول في الأخير أنّ الطبيعة هي مبدأ الحركة>> [1]، ففي هذا النص لا ينوي **أرسطو** فقط التأكيد على أنّ الحركة هي أحد خصائص الجسم التي يمتلكها أيّ جسم طبيعي بل أكثر من ذلك يؤكد على أنّها أيضا خاصية مميزة لتميز مختلف وأنواع الأجسام الطبيعية الحقيقة هو نفس التعريف أيضا وهو الذي يفتتح به أيضا الكتاب الثاني من الطبيعة إذ يقول:<< يبدو الآن أنّ كلّ هذه الأشياء تختلف عن تلك التي شكلت بالطبيعة لأنّ كلّ واحد منها في حد ذاته مبدأ للحركة والسكون، والبعض الآخر وفقا للمكان والبعض الأخر، وفقا للزيادة والنقصان، والبعض الآخر وفقا لتغير>> [2]، فإذا كانت الطبيعة موضوعها هو الحركة فإنّ الموجودات الطبيعية هي التي تشكل الهدف الرأسي من هذه الدراسة [3]، لأنّها تمتلك خاصية التحرك من ذاتها، فمن الواضح أنّ هذا التعريف للحركة الطبيعية ومصدرها يؤدي إلى الفيزياء لأنه بمنظور أرسطو ليس فقط الكائنات الحية هي التي تملك مبدأ الحركة الذاتية ولكن حتى الأجسام المادية على اختلاف أنواعها هي أيضا مبدأ للحركة والسكون وما ينطبق على الأجسام الحية ينطبق أيضا على الأجسام المادية.

أما من ناحية أخرى فتفسير الحركة الطبيعية لأي كائن طبيعي لا يحتاج إلى مبدأ خارجي، والمعنى متضمن هذا القول:<< فليس نتيجة التأثير الخارجي على أحد العناصر لينتقل إلى الأعلى أو إلى الأسفل>> [4]، إذن فتحرك جميع الأجسام الحية أو المادية يكون

1- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 6.
2- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 2.
3- ibid, p, 12.
4- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 119.

وفقا لمبدأ داخلي وهو ليس وفق لمبدأ خارجي : <<ومن هنا نقول أنّ مصدر هذه الحركة الطبيعية هو مبدأ داخلي وهو مضمون النصوص سواء في كتاب الطبيعة أو في كتاب السماء عن النظريات المتفق عليها بشكل عام والتي تتوافق بشكل نهائي مع حدسنا عن الله>>[1]، فكل هذه الحجج التي استخدمها **أرسطو**، كانت بهدف إثبات مدى أهمية الحركات السماوية في أنّ كلّ شيء خاضع للإله، وأن كلّ شيء بتدبير منظم عكس ما يوجد في عالم ما تحت القمر، ولا وجود لأيّ شيء خارجي يؤثر في هذا العالم لذلك كانت خاتمة تصب في هذا القالب ، أيّ التأكيد الصريح على حدسه في وجود الله كمدبر كلّ شيء في العالم السماوي، كمرحلة أخرى يستخدم حججا أخرى ينفي بها نفيا قاطعا أن تكون هناك نفس مؤثرة على الموجدات السماوية، بل يرى أنّه لو كانت هذه النفس هي المتحكمة في هذا العالم لقيدت جميع الموجودات التي فيها وجعلتها لا تتوافق مع طبيعة الآلهة لهته الأفلاك، فيقول:<< فلا جدوى من وجود أيّ شيء آخر يقيد ويمنع من تنفيذ حركة مخالفة لحركتها الطبيعية>>[2]، أنّ وراء هذا الاستبعاد الأرسطي لأيّ مؤثر خارجي على هذا العالم هي استحالة إخضاع الحركة السماوية إلى علة خارجية.

4- التعبير الأرسطي للجاذبية:

4-1 **الجاذبية:** قبل أن نأتي إلى فحص مفهوم الجاذبية عند أرسطو يوجد هناك اعتراض للمعلم لاستحالة وجود الفراغ، وهذا الاعتراض هو الذي يقودنا إلى أول مبدأ في الديناميكا الأرسطية، فنحن معتادون على التمييز بين عنصرين هما القوة المحركة والكتلة المحركة **Le bloc moteur** لأنه لا شيء من هذا القبيل مجهول في الفيزياء، ولأن كل جسم متحرك يخضع لخاصتين أساسيتان هما القوة والمقاومة، فبدون القوة لا يتحرك الجسم

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 118.
[2]- ibid, p, 118.

وبدون مقاومة سيتم تحقيق حركته وسيصل مباشرة إلى نهايته التي يميل إليها بالقوة، لأن السرعة التي يتحرك بها الجسم تعتمد على حجم القوة وحجم المقاومة[1].

إن سرعة المتحرك يجب أن تتغير في نفس اتجاه القوة وفي الاتجاه المعاكس للمقاومة وفقا لأي قانون ووفقا لأي ملاحظ عادل، لأن **أرسطو** كان عالم رياضيات متواضع فصور لنا شكلا واحدا فقط من وظيفة الرياضيات وهو التناسب البسيط **Proportion simple**، كما نجد في ديناميكيته أن كل جسم يزداد حجمه هو ناتج عن حجم جسم آخر سواء عبر عنه بطريقة صريحة أو ضمنية فهي تعتبر متناسبة مع الأول، بداية إذا ظلت القوة التي تحرك المتحرك والمقاومة التي تحافظ عليه ثابتة فهي ليست كما نعلم اليوم، حركة متسارعة بشكل منتظم سيأخذها المتحرك، ولكن بشكل عام هي حركة واحدة، وهذا النص من الفيزياء سيؤكد لنا أنّه إذا تم تخفيض المقاومة عن طريق الحفاظ على القوة الثابتة، ستزداد السرعة، بحيث تظل متناسبة عكسيا مع المقاومة [2]، فيقول:« إذا كان المتحرك هو "أ"، يحرك الجسم "ب"، في الطول الذي تم قطعه في "ج"، والزمن المقطوع هو "د"، بنفس القوة، فنفس القوة هي التي تحدد قوة "أ"، وسيتحرك في نصف زمن "ب" على طول دورة مزدوجة من "هـ"، كما أنّه سوف يتحرك في طول "ج"، وفي زمن أقل من "د"، ليحافظ على التناسب»[3]، كما يوجد نص آخر يؤكد ما قاله **أرسطو**، بحيث عندما تكون نفس القوة المستعملة لتحريك الأوزان التي تقاومها، فإن السرعة التي يصل إليها تكون في معدل معكوس للأوزان الثقيلة فيقول:« فمهما تكون القوة التي تنتج الحركة، فإن الأقل والأكثر خفة يستقبل نفس القوة والحركة، لأن سرعة الجسم أقل ثقلا ستكون نفسها في الجسم أكثر ثقلا والجسم أقل ثقلا، وعكسيا مع حجم المقاومة وسرعة المتحرك متناسبة مع حجم القوة، بحيث

---

[1] - G- Milhaud, **études sur la pensé scientifique chez les Grèce et le modernes**, paris, 1906, p, 112.

[2] - Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 117.

[3]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 448.

لا تعتمد هذه السرعة إلا على نسبة القوة إلى المقاومة»[1]، فالوسط يؤدي دورا مهما في انتقال الأجسام وحركتها، فحسب **أرسطو** كلما كان الوسط خالي من المقاومة، كانت سرعة انتقال الأجسام كبيرة انطلاقا من القوة المحركة للجسم، ومهما كانت أيضا طبيعته سواء أكان خفيفا أو ثقيلا، أي بمعنى آخر هناك تناسب بين القوة والمقاومة، وهو ما يوضحه في هذا القول:« فنصف القوة ستجعل نصف الجسم يتحرك بنفس الطريقة وبنفس الزمن، بحيث يسمح لـ "إ" أن يكون نصف قوة "أ"، و "إ" يمثل نصف حركة الجسم "ب"، ولكن القوة ستحافظ على نفس العلاقة مع المتحرك، بحيث تجعله يسير بنفس الطريقة، وفي نفس الزمن» [2]، فمهما كانت طبيعة هذه القوة سواء كانت كاملة أو ناقصة ومهما أيضا تغيرت الأجسام، فإن الحركة تبقى خاضعة لطبيعة القوة المحركة الأولى إضافة إلى شرط المقاومة، إذن فالديناميكا الأرسطية تبقى دائما محافظة على القوة ثابتة دائما، وتأخذ المقاومة كمرجع ليحدد بها السرعة النهائية، ولكن السؤال الذي ينبغي طرحه هنا هو كيف يتحقق التناسب بين القوة والمقاومة؟

إن هذا الاعتراض في الحقيقة كان حاضرا عند المعلم لأنه تصور من خلال الخفة الشديدة سوف يكون كافيا لوضع نظرية تفسر سقوط الأجسام إضافة إلى الاقتراحات السابقة ليصل في الأخير إلى النص التالي فيقول:« إذا تحرك القوة "إ" والمقاومة ف، خلال زمن "د"، من طول "ج"، فلن يحدث هذا بالضرورة في نفس الزمن بل ستتضاعف القوة "إ" نفسها بـ "ز" بطول يساوى نصف "ص"، إذا كانت لقوة "أ" حركت المقاومة "ب" من الطول "ج" في زمن "د"، فإن نصف "أ"، وهو "ف"، لن يحرك "ب"، لا أثناء زمن "د" ولا عند مضاعفة "د"، من جزء طول "ج" إلى مسار كامل لـ "ج" كما هو لـ "إ" بالنسبة لـ "أ"، فيصل إلى أن "إ" لا يتحرك تماما في "ج"، نظرا لأن القوة الكاملة تحرك متحركا واحدا في طول معين، فلا يمكن أن نستنتج أنّه بنصف هذه القوة يمكن أن يتحرك أي متحرك في زمن مهما كان، فالرجل

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 448.
[2]- ibid, p, 449.

الواحد سوف يحرك السفينة، إذا كانت القوة مقسومة على عدد معين، لأن المسار الذي تم اجتيازه سوف يكون أيضا بنفس العدد» [1]، فأغلب شارحي **أرسطو** يبدون قلقهم من الاعتراض الذي شغل المعلم، لأنهم يظنون أنّه خرج من مجال الفيزياء وذلك بعدما عجز عن الوصول إلى التفسير الصحيح للديناميكا، واعترافهم بتدميره لديناميكا المتنقل.

إن الواقع يؤكد أن هذه الديناميكا تتكيف مع الملاحظات المباشرة للأشياء لدرجة أنها لا يمكن أن تفشل في فروضها، فأولا وقبل كل شيء تقبل هذه الفيزياء من ناحية أن المعلم هو أول من فكر في القوى والحركات للظاهرة المدروسة، ففي مثال يلاحظ فيه **أرسطو** مجموعة من الأشخاص أن أجسامهم تميل إلى الأمام محاولين جذب السفينة إلى الشاطئ لترسو، ببطء وبسرعة ثابتة ولمتابعة العملية يأتي أشخاص آخرون محاولة منهم أيضا جذب الحبل فيلاحظ أن السفينة تفتح الماء بسرعة أكبر مما كانت عليه في السابق، وتتوقف السفينة فجأة في الشاطئ عند ملامستها الرمل، فالنتيجة التي توصل إليها هو أنّه كلما كان عدد الأشخاص أكبر، كانت القوة أكبر وبالتالي فقوتهم كانت كافية للتغلب على مقاومة الماء، ولكنّهم لم يستطيعوا التغلب عليها عند احتكاكها بالرمل، عند سحب القارب إلى الشاطئ وسوف يحتاجون إلى عدد آخر من الأشخاص لتحريك السفينة، والنتيجة الأخرى التي يمكن الوصول إليها من كل هذا هو أنه كلما تغير الوسط، زادت المقاومة واحتاج إلى قوة أكبر لتحريك الأجسام [2]، إذن فهذه الملاحظات هي التي حاول **أرسطو** أن يترجمها إلى لغة رياضية، وليس ضعفه في هذا المجال هو الذي أجبره على الكتابة بلغة رياضية بسيطة إلى حد وصفه بأن قوانين أرسطو ساذجة.

نقول للفيزيائيين الذين جاءوا بالاعتراض على ديناميكا **أرسطو** لبناء ديناميكا حديثة سيكون عليهم من الضروري أن يفهموا الوقائع التي يشاهدونها يوميا فهي ليست بأي حال

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, pp, 449-450.

[2]- Pierre Duhem, **le système du monde de Platon a Copernic**, op, cit, p, 195.

من الأحوال وقائع بسيطة ترتبط بها القوانين الأساسية وأنه يجب أن تطبق على الفور، فمسار السفينة التي رسمتها الساخنات يجب أن تمشي في الطريق الذي حددته هذه الساخنات، كما يجب أن ينظر إليها على أنها حركات معقدة للغاية، لأنَ المقاومة تؤدي دورا ذا أهمية كبيرة لأنَه عن طريق التجريد يمكن صياغة المبادئ الأساسية في علم الحركة مع الأخذ بعين الاعتبار دافع المتحرك في الفراغ من خلال قوة واحدة، وفي ديناميكا **أرسطو** سوف نستنتج أنَ مثل هذه الحركات أمر لا يمكن تصوره فسقوط الجسم الثقيل في وسط كالهواء والماء يمثل بالنسبة **لأرسطو** حركة بسيطة، أما الميكانيكي فينظر إلى هذه القوة بأنَها تمثل جاذبية المتحرك، والمقاومة تأتي من الوسط الذي يمر عبره المتحرك، إنَ كاتب هذا النص يقف موقف دفاع عن **أرسطو** ويوجه سهام نقده إلى الفيزياء الحديثة التي حاولت تقزيم الفيزياء الأرسطية وإجحافها في القول بأنَها لم تؤد أي دور في تطور أفكار الفيزياء إلا أنه بالنظر إلى ما قدمه **أرسطو** في عصره كالقوة المحركة ومقاومة الوسط، والسرعة هي مفاهيم جديدة يمكن أن تدفع بالفيزياء إلى الأمام أكثر [1]، كما يرى صاحب النص أنَ بناء قوانين فيزيائية لا يتم بصفة عبثية، فما بلغته الفيزياء الحديثة من تطور فإنَ الفضل يعود في ذلك إلى **أرسطو** لذلك يقول:« لقد رأينا أن السرعة التي يتحرك بها الجسم من نفس الوزن يمكن زيادتها من خلال سببين فيمكن أن تزيد نتيجة لتغير الوسط الذي تقع فيه الحركة وهذا الوسط قد يكون ماء أو تراب أو هواء، ويمكن أن تزيد بشكل متساوي، نتيجة لتغير الدافع، مثل زيادة الوزن أو خفتها» [2]، فمعناه أن القوة التي تحرك هنا تعني أنّ جاذبية المتحرك مع سرعته في السقوط تكون متناسبة، فيقول أيضا:« إنَ نسبة الوزن بينهما هي وحدة معكوسة في فترات سقوطها، في كثير من الأحيان، ومنه فالوزن المضاعف الأول يسقط من نفس

[1]- Pierre Duhem, **le système du monde de Platon a Copernic**, op, cit, p, 195.
[2]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, pp, 205-206.

الارتفاع في نصف الزمن» [1]، إذن فسرعة معدل سقوط الجسم ستكون بحكم المبدأ الأساسي لديناميكا المتحرك وتكون عكسيا متناسبة مع مقاومة الوسط المعارض للسقوط.

إنَ المعلم يذهب إلى أبعد من ذلك؛ إذ يبدو أنه يعترف بأنَ مقاومة الوسط تتناسب مع كثافة الوسط، بحيث أنَ السرعة التي ينخفض بها الوزن تكون عكسيا متناسبة مع كثافة الوسط الذي تم من خلال الجاذبية فيقول:« لنفترض ونقول أن الجسم "أ" يتحرك ويقطع الوسط "ب"، في زمن "ن"، أو في الوسط "د"، وهو وسط شفاف أكثر من "ب"، وفي زمن "إ"، لنفترض أن يكون المسار الذي تم قطعه هو نفسه الوسط "ب"، أو الوسط "د"، مع العلم أن هذه الحركات تتبع وسط مقاوم فعلى سبيل المثال، فالوسط "ب" هو ماء، والوسط "د" يكون أكثر من الوسط "ب"، لأن ما يميز الهواء عن الماء هو أن الهواء تكون سرعة السقوط فيه أكبر من الماء حتى ولو كان الماء ضعيفا، فالزمن الذي يستغرقه المتحرك في السقوط سوف يكون ضعف الزمن اللازم لجعله في نفس المسار لـ "ب" كما هو في "د" ويصبح الزمن "ص" ضعف الزمن "إ"، ودائما ما يعبر المتحرك بسرعة أكبر لدرجة أن الوسط الذي يعبره سيكون شفاف وأقل مقاومة وأسهل في فتحه» [2]، فهذا النص يمكن ترجمته بلغة الفيزياء المعاصرة بالطريقة التالية: القوة "أ" تنقل الكتلة "ب" على المسافة "ت" في زمن دلتا وتصبح، "أ" تنقل الكتلة "ب/2" على المسافة "ت2" في زمن دلتا، أو "أ" تنقل الكتلة "ب/ 2" على المسافة "ت" في زمن "دلتا/2"، أو "أ" تنقل الكتلة "ب" على المسافة "ت/ 2" وفي "دلتا/2"، أو "أ/2" تنقل الكتلة "ب/2" على المسافة "ت" في زمن دلتا، فهذه النتائج **لأرسطو** يمكن ترجمتها اليوم بالعلاقة التالية: فالسرعة تكون متناسبة مع القوة المؤثرة ومتناسبة عكسيا مع مقاومة الوسط[3]، وهو ما أدى في بعض الأحيان المعلقين إلى رفض فيزياء أرسطو ككل من خلال التركيز

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 206.
[2]- ibid, pp, 207, 208.
[3]- Patrick Guyot, **la mise en place d'une nouvelle physique au 18éme siècle**, université de Bragagne, France, octobre 2012, p, 17.

على هذه النتيجة الخاطئة، دون تحليل كامل للملاحظات التي قدمها الفيلسوف في هذا المجال.

4-2- **التفسير الميتافيزيقي للجاذبية:** لكل مادة بسيطة كما رأينا حركة طبيعية واحدة فقط وهي الحركة البسيطة، كما يوجد نوعين من الحركات البسيطة، كالحركة الدائرية والحركة المتعددة ونسميها أيضا بالحركة المستقيمة، والحركة الدائرية هي التي تربط بطبيعتها بالمادة السماوية أما الحركة المستقيمة للأجسام المحسوسة هي نوعين؛ حركة بعض العناصر تكون باتجاه المركز وحركة بعض العناصر الأخرى تكون بالابتعاد عن المركز، كما أنَ الحركة نحو الأسفل هي الحركة الطبيعية للأجسام الثقيلة، وحركة الطرد المركزي هي ما يسمى فيزيائيا بالحركة التصاعدية وهي أيضا الحركة الطبيعية للأجسام الخفيفة[1].

يمكن أن يحدث نقل الجسم الثقيل كالأرض نحو الأعلى، والجسم الخفيف كالنار نحو الأسفل، ولكن في مثل هذه الحالات، فالمتحرك يخضع لدفعات من محرك غريب بطبيعته، وحركته هي الحركة العنيفة، كما تأثر هذه الحركة بأي جسم يكون تابع لجسم آخر ويتبع مسارا غير المسار العمودي، فالنار على سبيل المثال ففي المثال الذي تحتله مباشرة وهو تحت سطح القمر فبفعل هذه الحركة العنيفة تتحول من الشرق إلى الغرب، فمن البديهي أن تكون هذه الحركة عنيفة لأنه كما هو مبين مستمدة من المذنبات والنيازك التي يتم تشكليها وفقا **لأرسطو** من هذا المجال الناري، ولكن بما أنَ النار جسم خفيف لديه حركة طبيعية واحدة هي الحركة المستقيمة نحو الأعلى، لأنَ الجسم البسيط بحكم طبيعته لا يمكن أن يكون لديه حركتين طبيعيتين وبالتالي فالحركة الدورانية أيضا يمكن أن تكون عن طريق العنف، كما أنَ الحركة الدورانية تستمر في الحركة إلى ما لانهاية وفي نفس الاتجاه فهي ليست نفس الحركة المستقيمة لأنَ الدافع لا يستطيع أن يترك الكون وأن تصف خطا لانهائيا، بل تتخطى كل حدود الكون، فالجسم الخفيف كالنار سوف يصعد عموديا فقط حتى

[1]- Pierre Duhem, **le système du monde**, op, cit, pp, 205, 206.

يستقر على سطح القمر، المكون من جسم غير قابل للفساد وبالتالي لا يمكن تجاوزه، أما الجسم الثقيل والذي هو التراب لن ينزل إلى الأسفل حتى يصل إلى مركز العالم ولن يتقدم بعد ذلك لأنَ تغير المسار يعنى مخالفة لطبيعته، فالنار إذن تتجه نحو مكان قريب من مدار القمر وتستقر هناك لأنَ ذلك هو مكانها الطبيعي، والأرض تكون في وسط العالم وهو أيضا مكانها الطبيعي[1]، أي أنّه مهما كانت طبيعة الجسم فإنَه ينتهي به الحال إلى السكون التام والحركة التي تنقل الجسم أيضا يجب أن تكون متوافقة مع طبيعة الجسم، ولتوضيح أكثر يقول:« فالجسم الساكن بالعنف أو المكان الذي يتجه إليه بالعنف، يبقى في طبيعته الساكنة التي يستمدها من الحركة الطبيعية» [2]، فكيف إذن نفهم هذا السكون في المكان الطبيعي بالنسبة للجسم الثقيل والخفيف، الذي هو حد الحركة الطبيعية فالمكان الطبيعي له صلة معينة وعلاقة معينة مع الجسم تبقيه في سكون تام، كما يقول **أرسطو**:« إنَ كل جسم يتجه نحو مكانه الطبيعي، بدون عنف بحيث يكون مجاور لجسم آخر ومتجانس معه، فالأجسام من نفس الطبيعة تكون في اتصال مع بعضها البعض بدون أي تأثير، ولكن بالنسبة للأجسام المتجاورة، والتي ليست من نفس الطبيعة يمكن أن تتفاعل مع بعضها البعض، والسبب في ذلك أنَ كل جسم يريد أنَ يحافظ على مكانه الخاص فكل جسم له مكان مناسب له، وهو تقارب مماثل لذلك الجزء المنفصل عنه ليحافظ عليه» [3]، فهذه الاعتبارات حول التقارب الذي يوحد كل جسم في مكانه الطبيعي تعتبر عند **أرسطو** شيئا غامضا سيعمل على تبديده في مكان آخر، فقد يظن البعض أنَ تقارب الجسم من مكانه الطبيعي ليس متشابها، ولكنه يشبه إلى حد بعيد التقارب الذي يوحد جزء من المادة مع الكل الذي انفصل عنه، فمثلا سيعود الحجر الذي هو جزء من الأرض، إلى فوق الأرض للانضمام إلى كتلة التراب الذي انفصل عنه نتيجة لأي عامل من العوامل الخارجية، كما أنَ جزء من النار

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 207.
[2]- Aristote, **traite de ciel,** op, cit, p, 61.
[3]- ibid, p, 61.

يوضع في الهواء، لينتقل إلى مجال النار الكبير الذي يحده مدار القمر، إذن فكل جسم يبتعد من ملامسة أي جسم يختلف عنه في طبيعته ويذهب إلى الجسم الذي يتجانس معه في الطبيعة.

هذه الفكرة يرفضها **أرسطو** جملة وتفصيلا، لأنّه عندما تسقط كمية من التراب، ليس معناه أنَها تسعى إلى التوحيد مع العناصر الأرضية بأكملها بل لأنها تميل إلى المركز وهو ما يصبوا إليه من خلال هذا القول:« فالقدماء يقولون أن الشيء المماثل يتجه إلى الشيء المماثل له، ولكن هذا لا يحدث إطلاقا، فإذا وضعنا الأرض في المكان الذي يوجد فيه القمر، فإنَ الجزء المنفصل عن الأرض لن يميل إلى الأرض بأكملها، بل يتجه إلى المكان الذي خصص لهذا التراب» [1]، أي لكل جسم مكان مخصص له ففكرة سقوط الجسم يكون بناء على الجسم الذي يشبهه هي فكرة واعتقاد خاطئ.

إنَ الحركة الطبيعية للجسم الثقيل هي إلى الأسفل، أما الجسم الخفيف فهي دائما إلى الأعلى لأنَه في الحقيقة جميع الحركات تفسر بالصورة والمادة، فالمادة هي اتجاه نحو الشكل الذي ترسمه الصورة فيقول:« الحركة نحو الأعلى أو الأسفل هي مصدر للخفة والثقل، والمتحرك الخفيف بالقوة أو الثقيل بالقوة، هو ما يتم نقله إلى مكانه الخاص، على أن يتم نقله إلى صورته الخاصة» [2]، لقد أثار هذا النص **لأرسطو** الكثير من التعليقات التي ساعدت على توضيح المعنى، فانتقال الثقيل إلى الأسفل هو الصورة التي رسمها لطبيعة المادة نحو الأسفل، أما الانتقال إلى الأعلى هو أيضا الشكل الذي قَدم الصورة للمادة الخفيفة، فكل هذه المعطيات تمثل في الحقيقة الخطوط العريضة لنظرية الجاذبية، التي سيطرت قرنين من الزمن على العلوم الفيزيائية إلى غاية الثورة الكوبرنكية، والتي بدورها

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 182.
[2]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit p, 62.

تعرضت لانتقادات لاذعة من "**كبلر**" والذي انتهى هو الآخر إلى فرضية تجاذب الأجسام مع بعضها البعض، وصولا عند **نيوتن** الذي توصل بدوره إلى مفهوم الجاذبية العامة.

4-3- شكل الأرض ومركزيتها للعالم:

إنَ كتاب **معالجة السماء لأرسطو** يثبت أنَ الأرض كروية الشكل انطلاقا من حجج يقسمها إلى فئتين، فالأولى؛ انطلاقا من الملاحظة الحسية أين يظهر أنَ الأرض مستديرة من الداخل والثانية؛ يثبتها انطلاقا من مبادئ الفيزياء ومن بين تلك الحجج التي استخلصها انطلاقا من الحواس نجد في المقام الأول الظل الدائر للأرض من كسوف الشمس، وعلى ما يبدو هذه هي الحجة الأكثر إقناعا منذ العصور القديمة، وكما يبدو أيضا أنّه لم يتم الكشف عن هذه الظاهرة من قبل علماء اليونان الذين جاءوا بعد **أرسطو**[1]، فكما نعلم أنّه في اليونان غابت الوسائل الحديثة في الرصد وهو ما دفع **بأرسطو** إلى اعتماده على الملاحظة الحسية، فتكرار الملاحظة جعله يقول أنَ الأرض كروية الشكل إضافة إلى ظاهرة كسوف الشمس والتي كانت معروفة من قبل **أرسطو** وهو ما سهل عليه الوصول إلى استنتاج أنَ الأرض كروية الشكل.

فبعد هذا الدليل يذكر المعلم ملاحظة أخرى وهي ملاحظة المسافر الذي ينتقل من الشمال إلى الجنوب حيث يرى بعض الأبراج تختفي، من حين لآخر، لأنها كانت غير معروفة له في البداية وانطلاقا من هذه الملاحظة يعرف الأبعاد وهذه الأبعاد كان يجهلها أرسطو وربما ايدوكس هو الذي كان يملك فقط الأبعاد الأرضية وهو من القدماء الذين وصلتنا أبحاثهم من هذا النوع [2]، فالحجتان اللّتان ذكرهما لا تستدعي أي مبدأ غريب في الفيزياء الأرسطية كما أنَها لا تنطبق على هذا الأخير الذي ما يزال ينادي بمعطيات الإدراك الحسي.

---

[1]- Paul Tannery**, recherche sur l'histoire de l'astronomie des sciences, in revue des études grecques, tom**7, France, 1893, p, 103.

[2]- Aristote, **traite de ciel,** p, 103.

يعترف **أرسطو** أنَ كل الأجسام الثقيلة تميل إلى مركز العالم ، وهذا الخط الذي ينسجه في السقوط يكون عموديا ومتغيرا من نقطة إلى أخرى في الأرض، ويكون هذا السقوط عاديا بالنسبة لسطح الجسم؛ لذا فإن السطح كروي، فنظرية الجاذبية التي صاغها **أرسطو** وتزودنا بحجة من نظام مختلف وهذه الحجة تدفعنا إلى أنَ نستنتج شكل الأرض من المبادئ العامة للفيزياء، وفي لغة الفيزياء الأرسطية يعلل الأسباب ويجعلها معروفة، فمن هذه الناحية نجد أنَ **أرسطو** تفوق بامتياز باستعراضه هذه الحجج، التي يستشهد بها، فالملاحظة تثبت أنَ الحقائق التي تتجلى في الإدراك الحسي تتطابق مع الفيزياء البرهانية [1]، وهذا ما يقوله **أرسطو** بالتحديد:« من الواجب أنَ تكون الأرض كروية الشكل لأنَه في الواقع كل قطعة من الأرض موهوبة بالوزن والميل، فإذا تم دفع أو طرد الأقل ثقلا من وسط الكون من طرف الأثقل فلا يعنى ذلك أنَه هرب، بل يتم دفعه ويضغط عليه حتى يسلك طريق آخر إلى أنَ يصل إلى المركز نفسه، فدعونا إذن نفهم ما يحدث لأنَه مطابق لما سوف يمكن أنَ يكون إذا كانت الأرض قد شكلت ما يتصوره بعض الفيزيائيين، فقد يدعي هؤلاء أنَ الأرض تدين بوجدها إلى السقوط العنيف للأجسام نحو الأسفل، وبناء على هذا الرأي يجب أنَ نعارض هذه الحقيقة ونقول أنَ التأثير يحدث لأن كل ما هو ثقيل يميل بشكل طبيعي إلى مركز العالم، لذلك عندما كانت الأرض لا تزال كتلة واحدة بالقوة، فانفصال أجزائها عن بعضها البعض لا يعنى أنَ لكل جزء مكانه، بل لهما مكان مماثل وهو المركز، سواء أكانت أجزاء الأرض مفصولة عن بعضها البعض أو قادمة من نهايات العالم فإنها سوف تتجمع في المركز، وتشكل الأرض أو تتم بعملية أخرى، فتأثير هذه الأجزاء في بعضها البعض هو بالضبط ما يشكل الأرض، كما أنَ خروج هذه الأجزاء من مركز العالم يكون بنفس الطريقة، وهو ما يشكل بالضرورة كتلة مشابهة من جميع الجهات، فإذا كانت هذه الأجزاء موجودة في كل الاتجاهات ومتساوية في الكتلة وفي كل نقطة فحتما سوف تكون المسافة واحدة في

[1]- Pierre Duhem, **le système du monde**, op, cit, p, 212.

المركز، وبالتالي فإنَ هذا السطح سيكون كرويا، لكن تفسير شكل الأرض لن يتغير ما لم تكن الأجزاء التي تشكله متساوية وفي الواقع فالجزء الأكبر يضغط بالضرورة على الجزء الأصغر الذي يجده أمامه لأنَ كليهما يميل إلى المركز، كما أنَ الأكثر قوة يدفع الأقل قوة»[1]، وبشكل مختصر يحتوي هذا المقطع على حقيقة مهمة وهي التي سوف تتطور مع مرور الزمن ألا وهي الجاذبية الأرضية، فكل المعطيات التي توجد في هذا المقطع تؤكد على أنَ **أرسطو** أعطى مجموعة من الإشارات والإيحاءات التي تؤكد على وجود الجاذبية وأنّه الأول الذي نظر لهذا المفهوم عكس ما هو متداول وشائع أنَ الجاذبية جاءت مع علماء العصر الحديث.

إنَ حجج **أرسطو** لا تثبت فقط أنَ الأرض كروية الشكل ولكن في نفس الوقت تثبت حقيقة أخرى انطلاقا من هذه الحجة وهي أنَ مركز الأرض هو مركز العالم وهو ما وضحه من خلال العناصر التي تطرقنا إليها وهي أنَ الأجسام الثقيلة تتجه إلى مركز الأرض، فهذه الملاحظات في الحقيقة دفعت المعلم إلى تطور أفكاره إذ يقول:« لنتسا ءل لماذا مركز الأرض ومركز الكون متطابقان، ونحو أي من هذين المركزين يتخذ الجسم الثقيل وأجزاء الأرض مكانه بشكل طبيعي، أم هل يتحركون نحو هذه النقطة لأنها مركز الكون أم لأنها مركز الأرض؟ إنَما تتجه إلى المركز بالضرورة ولا يمكن أنَ يحدث أنَ الأرض لها نفس مركز الكون من الآن وصاعدا، فانتقال الأجسام إليها يكون بالصدفة، وبما أنَ الأرض هي مركز الكون فلهذا السبب تنتقل الأجسام الثقيلة إلى المكان المشترك»[2]، فالأسئلة التي طرحها المعلم حول حقيقة مركز الكون جعله يدقق في المسألة جيدا ليجد الإجابة أنَ نقطة الاشتراك بين الكون والأرض ليصل به الأمر إلى الجزم بأنَ الأرض هي مركز الكون، كما أنَ الشكوك التي كانت دائما تراوده حول هذه المسألة وجد لها الحل وهو ما يوضحه من خلال

[1]- Aristote, **traite de ciel**, op, cit, pp, 213-214.
[2]- ibid, pp, 209-210.

هذا القول:« لنفترض أن الأرض كروية الشكل وتحتل مركز العالم، ثم نضيف شيئا ثقيلا وكبيرا إلى أحد نصفيها، بحيث يصبح مركز الكون ومركز الأرض لا يتطابقان، فماذا سيحدث؟ إما أنَ الأرض لن تبقى ساكنة في الوسط، أو أنَها ستبقي بلا حركة، على الرغم من أنها لا تحمل هذا الوسط، وبالتالي فهي قادرة على التحرك، ويبقى هذا السؤال مشكوكاً فيه، ولكن سوف يتم حل هذا الشك دون صعوبة ما دمنا قمنا بتحليل الحكم الذي تشكله عندما لا يتوقف حجم ثقل معين في نفس اللحظة التي ستلمس فيه الطرف السفلي مركز الكون، لأنّه حتى اللّحظة لديه الوزن الذي يسمح له بذلك، والآن يمكننا قول الشيء نفسه على أنَ أي جسم أرضي، أو كل الأرض، لأن ما قلناه للتو لا يحدث بسبب كبر وصغر الجسم، بل هو أمر شائع أن كل ما لديه الوزن يتحرك نحو أي مكان في مركز الأرض، كما ينتقل على شكل كتلة أو شظايا، كما أن حركتها نحو المركز يكون بطريقة منتظمة فالجزء الأقل وزنا سوف نجده متطابقا مع الأكبر وزنا، فهذه القضية تتعلق فقط بمحتوى وزنهم» [1]، فالموقع الذي تحتله الأرض حول مركز العالم هو مشروط بهذا الثقل، والاتجاهات التي تحتلها أجزاء الأرض حتما سوف تحتل الوسط وتعوض بعضها البعض، وكتعويض عن النزعات التي يمكن أنَ ينحدر منها جسمين من نفس الوزن، فقد وضعت بمقادير عادلة، وهذه المقارنة لا يستخدمها أرسطو بشكل صريح، لكنها كانت مشابهة مع أفكاره والمعلقين عليها لم يفشلوا في توظيفها وإعادة صياغتها.

4-4- حقيقة المتحرك الذي لا يتحرك:

إنَ البرهان على وجود متحرك لا يتحرك يظهر في الكتاب السابع من **الفيزياء** الأرسطية، ولكن ما يميز هذا البرهان أنّه ليس دقيق كما هو في الكتاب الثامن، ولكن **أرسطو** يؤكد على وجود مبدأ أساسي للحركة دون التشكيك فيه، كما تمثل هذه الطريقة على افتراض وجود مبدأ أول؛ أي المحرك الذي لا يتحرك في الكتاب الثامن، إذن فالكتاب السابع

[1]- Aristote, **traite de ciel**, pp, 215-216.

يعتمد في برهانه على وجود محرك أول **Le premier mobile** على مبدأ الافتتاح فيقول:« فكل ما يتحرك بالضرورة يتحرك بشيء آخر »[1]، فهذا المبدأ العام لتحليل الحركة هو حجر الزاوية لإثبات وجود أول محرك من الواضح أنَ هناك حاجة إلى محرك، ومع ذلك فإنَ فهم **أرسطو** لمثل هذا المبدأ يضيف شيئا إلى هذه القاعدة لشرح كل حركة، ويبدأ توضيح ذلك بهذه الحجة فيقول:« مثل **KD**، يحرك **KM**، أي بنفسه فنقول أن **KM**، لا يتحرك بشيء آخر، بسب أن هذه القوة التي تحركه غير واضحة، أما القوة التي تحركه فهي نتيجة المحرك الذي لا يتحرك» [2]، ففي هذه الحالة أين يتحرك الشيء من نفسه يجب التمييز بين المحرك والمتنقل، لأنَ التحرك الذاتي يمنع هذا الاختلاف من الملاحظة ولا يعني أيضا أنَه لم يعد موحدا ولكن يجب علينا أنَ نتعرف على كيفية التمييز بين المحرك والمتنقل، ويواصل **أرسطو** التحليل لهذه الآلية الذاتية الدفع، بمرافقته أدلة جديدة فيقول:« ليس من الضروري أنَ يتوقف الكائن الذي لا يتحرك بشيء ما، لأنَ هناك شيء آخر في حالة سكون، ولكن إذا كان هناك شيء ما في حالة سكون، بسبب أنَ شيء آخر قد توقف عن التحرك، فمن الضروري أنَ هذا التمييز بين شيء ما» [3]، مع هذه الملاحظة يحاول **أرسطو** أنَ يعطي وسيلة غير مباشرة لمراقبة هذا التمييز بين المحرك والتنقل، في إطار واقع متحرك من تلقاء نفسه، إذن نحن إذا وصلنا إلى إدراك هذا التمييز بين المحرك والمتنقل سوف نصل إلى إدراك المبادئ الأساسية في الحركة الذاتية **Mouvement autonome** وهي المحرك الذي لا يتحرك، فالبرهان على وجود مبدأ أساسي للحركة يمر بإثبات صحة هذا المبدأ الذي يتم وفقه وضع كل شيء يتم تحريكه بواسطة شيء آخر لنصل مع **أرسطو** إلى هذا القول:« الآن، بما أن كل ما يتم تحريكه بواسطة شيء آخر، وإذا تم تحريك شيء ما بواسطة حركة محلية بواسطة شيء آخر أيضا، ومرة أخرى يتم تحريك المحرك بواسطة شيء آخر، إذن

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, pp, 411-412.
[2]- ibid, p, 412.
[3]- ibid, p, 413.

فمن الضروري أنَ يكون هناك محرك أول لا يتحرك إلى ما لانهاية» [1]، ففي هذا المقطع يؤكد **أرسطو** على ضرورة وجود المبدأ الأول للحركة وهو المحرك الذي لا يتحرك والذي بدونه تكون ناقصة وغير كاملة.

بطريقة أخرى يثبت **أرسطو** الحاجة إلى ضرورة وجود محرك أول وذلك برفض الحركة اللانهائية في وقت محدد لأنَه أمر مستحيل الوقوع:« ستكون هناك حركة لانهائية في زمن محدد، وهو أمر مستحيل» [2]، فيرى **أرسطو** أنَ هذا الدليل ليس نهائيا تماما، لأنَه من الممكن أنَ تحدث حركة لانهائية في زمن محدد إذا كانت حركة من عدة أشياء وليس من شيء واحد، كما سبق وأنَ أثبت ذلك، إنَ كل حركة من الحركات المذكورة أعلاه تكون بحركة ذاتية، لذلك يستأنف **أرسطو** برهانه بتوضيح أنَ الحركة المحلية تكون إما بالاتصال وأما بالاستمرار فيقول في هذا:« من الضروري أنَ يكون المتنقل والمحرك في حالة استمرارية وأن يلمسوا بعضهم البعض، بحيث يكون هناك شيء واحد بينهم» [3]، وبفضل هذه الحجة نستطيع أنَ نقول هناك حركة لانهائية تتحقق بفعل متحرك واحد وفي زمن متناهي كما يؤدي بنا إلى القول أنَ هناك عدد لانهائي من المحركات، لذلك وجب بالضرورة من وجود محرك أول لهذه الحركات لكي لا نقع في الخلط بين المحرك الأول الذي هو مصدر كل الحركات في هذا العالم ويضيف إلى ذلك فيقول:« لكن إذا كان من الضروري أن يكون ما يتحرك أولا وفقا للمكان أو وفقا لحركة الجسم يكون بالملامسة أو بالاستمرار مع المتحرك» [4]، هذه الصيغة على الأرجح تؤكد على ضرورة أن يكون المتنقل على اتصال دائم مع المحرك الأول، بالرغم على أنها ليست صيغة تأكيد على وجود المتحرك الذي لا يتحرك، كما يوضح ذلك أيضا في هذا القول:« المحرك الأول لا يعني الغائية، ولكن هو مبدأ الذي تبدأ منه

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 414.
[2]- ibid , p, 415.
[3]- ibid, p, 416.
[4]- ibid, p, 418.

الحركة، ويكون جنبا إلى جنب مع المتنقل» [1]، ففي هذا النص لا يفهم من المحرك الذي لا يتحرك على أنّه المحرك الأول ولكن يفهم على أساس أنّه ينظم الحركات بين المتحرك والمتنقل فكل ما يقصده **أرسطو** في الكتاب السابع من **الفيزياء** ليس إثبات وجود محرك لا يتحرك وإنما غرضه من كل هذا هو وجود علة للمحركات المتعددة الموجودة في هذا العالم.

إنَ دراسة الكتاب الثامن تؤكد فكرة حقيقة المحرك الذي لا يتحرك فيفتتح **أرسطو** هذا الكتاب بمشكلة عامة هو الفساد والكون فيقول:« هل تتم ولادة الحركة في زمن معين، عندما لا تكون موجودة من قبل وعلى العكس من ذلك يتم تدميرها بحيث لا يتم نقل أي شيء، أم أنه لا يتم تدميرها أو تخريبها ولكنها تبقى موجودة دائما وأبدا كونها تشبه حياة جميع الكائنات التي تشكلها الطبيعة» [2]، تجدر الإشارة هنا إلى أنَه لا يوجد شيء يحدد الحركة المعينة هنا، إذن هذه الحركة ليست حركة متعددة ولكنّها حركة عامة للطبيعة، فيقتصر التحليل هنا على النظر نظرة عامة في ظروف وجود الحركة في الكون، دون تحديد الطريقة، إنَها ببساطة مسألة اختيار متطلبات وجود الحركة واستنتاج أنَ كونها وفسادها مستحيلان، وبالنسبة لمسألة خلود الحركة، يرغب **أرسطو** في الرد من خلال إظهار أنَها غير قابلة للكون والفساد، لذلك يحاول إثبات ذلك في العديد من الحجج في هذا الاتجاه، كما يثبت ذلك بثلاث طرق، أي أنَه لا يمكن توليد الحركة على أساس أنَها تناقض ومن خلال افتراض وجود حركة قبلية أولى، وذلك من خلال وضع تعريف الحركة [3]، إذن من خلال هذا نصل إلى استنتاج، أن الحركة موجودة وتوجد دائما مهما كان السبب والعامل ، وبالتالي يعترف **أرسطو** أنَ جميع الحركات ليست أبدية ومع ذلك فإنَ أبدية الحركة واحدة منها كافية لإنقاذ أبدية الحركة بشكل عام، وبالتالي فالأطروحة التي تم إنشائها في الكتاب الثامن أنه:« لا شيء

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, 419-420.

[2]- ibid, pp, 453-454.

2- G- Matale, **la cosmos et la divinité in essaie sur la théologie d'Aristote**, actes de colloque, de Dijon, de ms bastait et j- flou, lorrain, la même édition, 1998, p, 107.

يمنع من وجود حركة متطابقة وأبدية بسبب استمراريتها كما ستكون هنا أكثر وضوحا من التطورات القادمة» [1]، ومن خلال هذا القول فقد أعلن **أرسطو** أحد الأهداف التوضيحية للكتاب الثامن لأنَه من الآن وصاعدا، سيتم النظر في مسألة خلود الحركة فقط من خلال حالة محددة لحركة واحدة ومستمرة وأبدية، لذلك أجبر هذا الاعتراض **لأرسطو** على تحديد هدفه ألا وهو أبدية الحركة، لكن من الخطأ الاعتقاد بأنَ كل حركة أبدية، لذلك يجب أنَ نركز على إثبات وجود حركة أبدية واحدة على الأقل، لأنَها سوف تؤدي بالضرورة إلى إثبات المحرك الذي لا يتحرك.

مع ذلك لا يخفي **أرسطو** الحل الذي يريد تبنيه لأنَه يحدد قبل أنَ يثبت العلة أنَ هذا الخيار هو الذي يجب الدفاع عنه فيقول:« هذا ما يجب أن نؤكده، لأنه يمكن حل جميع الصعوبات وهذا هو هدف الدراسة بالنسبة لنا» [2]، إنَ الهدف الذي يريد أنَ يصل إليه المعلم من خلال هذه الدراسة هو الوصول إلى الحركة الأبدية وإنكار هذه الحركة هو تعارض مع جميع العلوم وجميع الآراء ، بل أكثر من ذلك هو إنكارُ أساسِ الفيزياء لأنه ليس من اختصاص الفيزيائي وضع المبادئ التي يقوم عليها العلم الذي يمارسه.

كما أنَ هذا القول الأخير **لأرسطو** محاولة منه لإثبات أنَ الكائنات تحافظ على ثلاثة أنواع من الحركات، فبعضها غير متحرك، والبعض الآخر يتحرك دائما، والبعض الآخر تارة في حركة وتارة في سكون تام، وانطلاقا من كل هذا يصل **أرسطو** في الكتاب الثامن إلى أنَ كل ما يتحرك يتحرك بشيء آخر فيقول:« ففي الواقع، كما هو الحال في السفن والحقائق التي لا تشكلها الطبيعة، يبدو أنَه في الكائنات الحية هناك أيضا تمييز بين المحرك والدافع، وبالتالي فكل شيء يتحرك بنفسه» [3]، إذن لقد سبق **أرسطو** أنَ ناقش مسألة الحركة الذاتية في الكتاب السابع ، فهو يحاول في الكتاب الثامن تجنب ذلك قدر المستطاع

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p468.
[2]- ibid, p, 470.
[3]- ibid, p, 483.

حتى لا يقع في تكرار المسائل التي سبق وأنَ تناولها لأنَ الهدف في الكتاب الثامن أصبح واضح، وهو إثبات أنَ كل ما يتحرك هو يتحرك بشيء آخر ، ففي نهاية الفصل الرابع من الممكن على أي حال التأكيد على أنَ كل ما يتم تحريكه يتم تحريكه بشيء آخر لذلك يقول:« إذا كانت كل الأشياء تتحرك فإنَ تحريكها يكون بطبيعتها أو ضد طبيعتها أو بالعنف، لأنَ هذه الأشياء التي تتحرك بالعنف أو بالطبيعة فهي تتحرك بشيء آخر مختلف... فمن بين الأشياء التي تتحرك بالطبيعة تلك التي تتحرك من تلقاء نفسها وفي نفس الوقت تتحرك بشيء آخر، كالأشياء الثقيلة والخفيفة فإنَها تتحرك وفقا لطبيعتها التي جعلتها خفيفة أو ثقيلة، أو بسب تخلصها من العقبات، إذن فكل شيء يتحرك بشيء آخر»[1]، إذن **أرسطو** يجد نفسه في نفس وضعية الكتاب السابع من الفيزياء ، من خلال حركات الأشياء يصل إلى قناعة أنَ محرك جميع الأشياء في هذا العالم هو المتحرك الذي لا يتحرك، وهي خلاصة هذا الاستنتاج في البرهان على الكتاب الثامن، وفي كل الحالات من الضروري وجود محرك أول وهو ما يوضحه من خلال هذا القول:« إذا كان من الضروري أنَ ما يتم تحريكه فإنَه يتحرك بشيء ما... فمن الضروري وجود محرك أول لا يتم تحريكه بواسطة شيء آخر، وإذا كان هذا هو المحرك الأول، فليس من الضروري وجود محرك آخر لأنَه من المستحيل الذهاب إلى ما لانهاية في سلسلة من المحركات التي يتم تحريكها بنفسها وتتحرك بشيء آخر لأنَه من بين الأشياء اللانهائية لا يوجد ما هو أول» [2]، وباختصار إذا كان المحرك الأول يتحرك من تلقاء نفسه فهو محرك كل الأشياء، أما إذا كان شيء آخر يحرك هذا المحرك فهو ليس محرك أول، لذلك وجب أن يكون محرك أول ينظم كل الحركات ، وإلا دخلنا في متاهة المحركات اللامتناهية ويضيف إلى ذلك فيقول:« فإذا تحرك شيء ما أثناء تحركه، فمن الضروري التوقف وعدم الاستمرار إلى الأبد» [3]، فهنا

---

[1] - Aristote, **la physique tom2**, op, cit, pp, 489, 490.

[2]- ibid, pp, 491-492.

[3]- ibid, p, 493.

يرى **أرسطو** أنه لم تعد العلاقة في الحركة بين المحرك والمتنقل وإنما في نوع الحركة التي يؤثر فيها المحرك الأول ، وهي إما الحركة العرضية وإما الحركة الضرورية، لذلك لنعود إلى الفرضية الأولى التي تفترض هوية الحركة بين المحرك والمتحرك، وبالتالي فإنَ هذه الفرضية الثانية تندرج في نطاق الدحض الأول فيقول:« ليس من الضروري أنَ كل ما يتحرك يتحرك بشيء آخر لأن هذا الشيء إما أنَ يكون في سكون والذي سيصبح حركة أولى، أو يتحرك من تلقاء نفسه» [1]، فهذه الحجة تبين لنا أنَ بعض الأشياء هي في غير حركة، والأشياء الأخرى في حركة أبدية وأشياء أخرى تشارك في الحالتين، ويضرب أرسطو مثال على ذلك بالكائنات الحية فيقول:« نحن نشاهد أحد الأجزاء الطبيعية لكائن حي تتحرك من تلقاء نفسها، فحركته ليست من الكائن الحي في حد ذاته بل هي العلة في هذه الحركة، ولكن ربما بما يحاط بها» [2]، نحن نعرف أنَ الكائنات الحية لا تعرف السكون المطلق حتى عند النوم لأن حركة النمو والتنفس والهضم دائما هي علة الحركة المحلية، أما التغير والزيادة والنقصان فهي نتاج عمل البيئة، وهي في الحقيقة الحركة الذاتية للكائن الحي ويضيف المعلم إلى ذلك فيقول:« وبالتالي لا يوجد شيء يمنع أو بالأحرى ربما يكون بالضرورة، أنا أتحدث عن حركات في الجسم بسبب ما يحيط بها، كما أن بعض هذه الحركات يحرك الفكر أو الرغبة وهذا الأخير يحرك الأشياء كلها، كما يحدث في النوم، أي حين لا توجد حركة حسية، ولكن هناك تيقظ الكائنات الحية» [3]، فهذا الاستنتاج الأرسطي هو تأكيد على وجود الحركة الأبدية، والتي كررها حقيقة في الكتاب الثامن وتأكيدا آخر على وجود علة خارجية ، هي التي تحرك هذه الكائنات الحية أو البيئة والتي تتحرك بفعل فاعل وهو المحرك الذي لا يتحرك.

---

[1] - Aristote, **la physique tom2**, op, cit , p, 498.
[2] - ibid, p, 517.
[3] - ibid, p, 518.

أرسطو يضيف في الفصل العاشر خاصية أخرى إلى الخاصيتين الأولى وهما الأبدية والوحدة وخاصية اللامادية لهذا المحرك الأول فيقول:« يجب تحديد الأشياء، فمن الواضح أنَ المحرك الأول من طبيعته أنَه لا يتحرك» [1]، فهذا لا يعني بأنَه لا يتحرك بصفة مؤقتة بل هي خاصية ملازمة له، وفي هذا يقول أيضا:« فاللامتحرك هو ما لا يمكن تحريكه على الإطلاق» [2]، فمن الواضح من خلال هذا التمييز بين اللامتحرك والسكون بات حتمية ضرورية لكي لا نقع في الخلط بينهما لذلك يقول:« ليس كل ما هو بلا حركة هو في سكون، ولكن ما يكون في سكون أو حركة من الحركة يمكن أن يتحرك بشكل طبيعي» [3]، ومن هنا يتضح أنَ المتحرك الأول يختلف عن الأشياء الطبيعية ، لأنَ المحرك الأول من طبيعته هو الثبات والمطلق ، عكس الموجودات الطبيعية وإن كانت في حالة سكون ، لأنَه سوف يأتي زمن أين يتحرك، كما أنَ سكونها ليس ثابتا ومطلقا، كما يعيد ويكرر **أرسطو** أنَ المحرك الأول ليس موجودا طبيعيا أو شيء من الأشياء الطبيعية فيقول:« من ناحية أخرى، لم تعد كل الأشياء التي لم يتم تحريكها تنتمي إلى العلوم الفيزيائية، لأنها لا تتحرك عن طريق الحركة أو مبدأ الحركة في حد ذاتها، وإنّما من خلال كونها بلا محرك» [4]، فمن خلال هذا نجد أنَ مبادئ التنقل هي نوعين ، وأحدهما غير طبيعي لأن ما يتحرك دون تحريكه لا يتضمن في حد ذاته مبدأ الحركة ، وهذا بالضبط ما يميز كل كائن طبيعي، وبالتالي فإنَ المحرك الأول غير متحرك وبحكم تعريفه هو كائن متعالي **Être transcendant**، وهذا التعالي يمنعه من التصور في صورة مبدأ نفسي مماثل لروح العالم.

---

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, pp, 524-525.
[2]- ibid, p, 558.
[3]- ibid, p, 567.
[4]- ibid, 567.

الفصل الثالث: الجاذبية بالمفهوم النيوتني.

1- مدخل إلى الفيزياء النيوتنية.

2- تحليل الكتاب الثاني من المبادئ.

3- قانون الجاذبية العامة.

4- أهم المواقف التي سجلت حول الجاذبية.

1- أهم المبادئ في الفيزياء النيوتنية:

1-1 الكتلة والقوة(Masse et force):

تشمل الفيزياء النيوتنية على جملة من الأنماط مثل علم الكون، وعلم الضوء، والميكانيكا والتي تتفرع بدورها إلى ديناميكا وستاتيكا...الخ، لكن **نيوتن Isaac Newton** (1642-1728م)*، وحّد كل هذه الفروع منهجيا؛ إذ تخضع كلها إلى منهج واحد، كما وحد بينها وجعلها تستخدم نفس المفاهيم والقوانين التي تحدد تصور الطبيعة عامة، فالمفاهيم والمبادئ المحددة للطبيعة نجدها في بداية مؤلف **نيوتن المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**، أما المفاهيم الأساسية عنده والتي لا تستقيم فيزيائه دونها هي: 1) الكتلة وهو مكتشفها الأول في العلم الوضعي، 2) القوة التي أعطاها نيوتن مكانة خاصة في فلسفة الطبيعة، 3) الزمان والمكان والفضاء والحركة هي مفاهيم كانت مستخدمة من طرف **غاليلي** لكن **نيوتن** نَظَّرها ودقق معانيها واستعملها بعمق ونضج أكثر إلى حد أنها تعتبر من ركائز العلم النيوتني[1]، ولمّا كانت هذه المفاهيم والمبادئ أساسية في الفيزياء النيوتنية، فهي ستكون مفتاحا ضروريا لفهم الميكانيكا النيوتنية والجاذبية، لذلك وجب فحص هذه المفاهيم والمبادئ بعمق كبير عن طريق التحليل والدراسة لعلها تكون سندا قويا في فك شفرات قانون الجاذبية العامة.

إنَ أول المفاهيم التي افتتح بها **نيوتن** كتابه **المبادئ**، هي الكتلة؛ بحيث: « تقاس كمية المادة بالكثافة والحجم المأخوذان معا... فقد حدّد كمية المادة بكلمة " الجسم" أو " الكتلة" »[2]، فمفهوم كمية المادة **quantité de matière** الذي استخدمه **نيوتن** لتعريف الكتلة قد استخدم في وقت مبكر من القرن الرابع عشر مع فكرة المحافظة عليه من كل التغيرات، من

---

*

[1]- عبد القادر بشة، **الابستومولوجيا مثال الفيزياء النيوتنية**، ط1، دار الطليعة بيروت، لبنان، 1995، ص، 93.

[2]- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, traduction par feue madame la marquise de chatstellet, édition jacques Gaby, France, 1990, p, 02.

خلال إمكانية قياسه الرياضي من ناتج الكثافة والحجم، كما يعبر عنه بفكرة الديناميكيات، ومع ذلك فإنَ الوزن تم تصوره من قبل الفكر المدرسي كممتلكات للأجسام الثقيلة فقط، أما **غاليلي** فحينما كان يؤسس لمساواة تسارع كل الأجسام المتساقطة من نفس الارتفاع لم يفكر بالجاذبية الخارجية بعد، ومع ذلك تصورها على أساس التوازن والمقاومة الداخلية لتغير وزن الجسم على أحد الأبراج، ويعارض التغير التصاعدي الذي يخضع للجزء الآخر، وهكذا صاغ المبدأ الذاتي للحركة على مستوى أفقي مع الحفاظ على فكرة الجاذبية، وبالتالي يصبح كمؤثر خارجي، أمَا دور **نيوتن** هو التمييز الواضح بين الكتلة والوزن وتصور الجاذبية كمؤثر خارجي، ففي كتابه يعرف "الكتلة" على أنها كمية المادة التي تنتج من اتحاد الكثافة والحجم أي بضربهما، كما يسمح بتحديد كمية الحركة بدقة أكثر من **ديكارت** الذي قدمه كناتج لضرب السرعة في كمية المادة أو الكتلة [1]، فكل ما نستخلصه من هذا أنَ الكتلة عند **نيوتن** هي كمية المادة أو الجسم كما يميزها و يصر على اختلافها عن الثقل أو الوزن الذي يتناسب معها رياضيا حسب تجارب دقيقة، فتحديد كمية المادة سهَّلَ على **نيوتن** تعريف كمية الحركة؛ إذ يقول: « إن كمية الحركة تساوي الكتلة في السرعة »[2]، فضبط مفهوم الكتلة أو كمية المادة سهّل على **نيوتن** إيجاد كمية الحركة وذلك من خلال تقدير كميتها حسابيا فضرب كمية المادة في السرعة نحصل مباشرة على قيمة كمية الحركة.

أما المفهوم الثاني الذي خصه **نيوتن** بالبحث والدراسة، محاولا ضبطه بدقة هو "القوة" لأنَه رأى بطبيعة الحال، أنَ هذا المفهوم عَرَفَ الكثير من التغيرات، بداية من **أرسطو** وصولا إلى **غاليلي**، لذلك حاول جاهدا أن يضع تعريفا دقيقا؛ حيث وصل من خلاله إلى عدة أصناف من القوة، ففي التعريف الثالث يقول: « أنَ القوة توجد داخل الجسم وهي القوة العطالية، وبهذه القوة يحافظ الجسم بنفسه على وضعه في حالة السكون أو في حالة الحركة

[1] - Lecourt Dominique, **dictionnaire d'histoire et de la philosophie des sciences**, presses universitaire de France, paris, 1999, pp, 613, 616.

[2]- Isaac newton, **principe de la philosophie naturel livre1**,op, cit, p, 2.

المنتظمة»[1]، إذن فعن طريق هذه القوة يحافظ الجسم عن وضعيته فإذا كان في حالة سكون يبقى ساكن وإذا كان في حالة حركة يبقي متحرك، أما التعريف الرابع للقوة فهي: « القوة المطبوعة المتحركة، وهي الفعل الذي تتغير به حالة الجسم سواء كان في حالة سكون، أو في حالة حركة منتظمة في حط مستقيم »[2]، فالقوة التحركية **force imprimée** هي التي تدفع الجسم إلى تغيير حالته، فإذا كان في حالة سكون تتغير فتصبح في حالة حركة منتظمة ومستقيمة، وإذا كان الجسم في حالة حركة منتظمة ومستقيمة فإنَه يغير حالته فيصبح في سكون، أما التعريف الخامس فيخص القوة المركزية **Force centripète**:« وهي التي تجعل الأجسام تميل إلى نقطة ما نحو المركز سواء تم ذلك بجذبها أو بدفعها نحو تلك النقطة أو إنَها تميل بطريقة ما إلى المركز »[3]، فالقوة المركزية ميزتها الأساسية أنَها تجذب الأجسام إلى المركز عن طريق الدفع أو الميل، أما التعريف السادس والسابع والثامن فنيوتن يركز جهوده كلها في تحديد طبيعة القوة المركزية؛ إذ يضفي عليها ثلاثة خصائص وهي المطلقية والتسارع والحركية فيقول: « الكمية المطلقة للقوة المركزية تكون أكبر أو أقل، وفقا لفاعلية العلة الموجودة في المركز »[4]، أما التعريف السابع فقد وضعه من أجل تحديد كمية التسارع للقوة المركزية فيقول: «إنَ الكمية المتسارعة للقوة المركزية تتناسب مع السرعة التي نضربها في الزمن المعطى »[5]، إذن كمية السرعة يمكن استخلاصها عن طريق عملية حسابية، وذلك بضرب السرعة في الزمن المعطى، أما التعريف الثامن فهو تحديد لكمية المتحرك فيقول:« إنَ كمية المتحرك للقوة المركزية متناسبة مع الحركة التي نضربها في أي معطى كان »[6]، فكمية المتحرك للقوة المركزية تحدد عن طريق ضربها في أي معطى كان

---

[1] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 02
[2] - ibid, p, 03.
[3] - ibid, p, 03.
[4] - ibid, p, 04.
[5] -ibid, p, 05.
[6] - ibid, p, 06.

سواء في الزمن أو الكتلة أو السرع ة **vitesse** ، ومجمل القول يتطلب النظر في القوة إدخال التمييز وهو ما فعله **نيوتن** بداية من التعريف الثالث، فهو يميز أولا بين القوة القصورية **la force inertie** والقوة المطبوعة، ثم يميز بين القوة المركزية كنوع من القوة المطبوعة وأخيرا في التعريفات السادسة والسابع والثامن يميز فيها ثلاثة أنواع لقياس القوة المركزية، ألا وهي القوة المطلقة التي تعتمد فقط على فاعلية العلة وثانيا الكمية المتسارعة؛ أي أنَ السرعة تتولد في زمن معين وأخيرا كمية المتحرك، أي مقدار الحركة المتولدة في نفس الزمن المعطى وهذا يكون بضرب الكتلة بالكمية المتسارعة، فعند التفكير في جسم واحد يمكن للمرء أن يفترض كتلة موحدة وأن يحدد التسارع والقوة الدافعة، كما يتم القيام به الآن وإذا نظرنا إلى قوة مركزية واحدة يمكننا قياس قيمته المطلقة وفقا للآثار التي تنتجها على الأجسام التي تعمل عليها، ولكن إذا أردنا النظر في عدة أجسام أو عدة قوى مركزية في آن واحد، فيجب أن نكون قادرين على التمييز بين هذه القياسات الثلاثة، فتوفر أداة مفاهمية تجعل هذا التعميم للنماذج الممكنة، هو الجديد الذي أدخله نيوتن في كتابه المبادئ [1]، فكل هذه المعطيات والمفاهيم توحي لنا بأنَه مع **نيوتن** سوف يكون الجديد في الفيزياء، فالكتلة والقوة مفاهيم أساسية في قانون الجاذبية العامة، وهي مفتاح للكشف عنه.

صحيح أنَ جميع التعريفات الثمانية لا نجد فيها مفهوما صريح للسرعة ولكن **نيوتن** لم يتوقف عند هذا الحد بل أنهى الجزء الأول بفلسفة طويلة ومهمة جدا لجملة من المفاهيم كالزمان والمكان والحركة فيقول: « لقد قدمت من أجل أن أعطي معنى لهذا الكتاب بشروط ليست شائعة الاستخدام، بالنسبة للزمان والمكان الذي في الحركة، فهي معروفة للجميع، ولكن يجب أن أبدي ملاحظة وهي أنَه إذا نظرنا إلى هذه الكميات فقط من خلال علاقتها مع الأشياء المعقولة فقد نقع في العديد من الأخطاء، لذلك يجب أن نميز بين الزمان

[1]- Marco panza, **newton,** édition figure de savoir, 2003, p, 101.

والمكان، ومكان الحركة، النسبي والمطلق، والصحيح والعرضي، الرياضي والشائع »[1]، فضبط المفاهيم عند **نيوتن** غرضه بناء فيزياء سليمة خالية من الشوائب وتبعده عن كل الجدليات العقيمة، ومن بين الأسباب التي جعلت السابقين لم يصلوا إلى علم فيزياء

1-2-الزمان والمكان(Le temps et l'espace):

سنبدأ أولا بضبط مفهوم الزمان؛ إذ ينقسم إلى قسمين: زمان مطلق وزمان نسبي، وفي تقسيمه هذا يبدأ بالزمان المطلق فيقول: « فالزمان المطلق هو الزمان الصحيح والرياضي وهو لا علاقة له مع الأشياء الخارجية، يتدفق بشكل مستمر ويسمى بالديمومة »[2]، لذلك يرى **نيوتن** أن الزمان المطلق **le temps absolue** بانسيابه الثابت وبخصائصه التي منحها إياه في التعريف السابق، يمكن أن يوفر قياسا دقيقا للحوادث التي تقع في زمن واحد وفي أماكن متباعدة لا يمكن قياسها ما لم يكن الزمان مثبتا في جميع أنحاء الكون ومستقلا عن جميع هذه الحوادث والأشياء الخارجية، وبالتالي يكون ثابتا غير متأثر بها؛ أي هنالك ضرورة فلكية دفعت نيوتن للقول بالزمان المطلق، خصوصا وأنَه قد بدأت لديه شكوك في وجود مرجع ثابت يصلح للقياس، لذلك يرى في الزمان المطلق أفضلية على القياسا ت الحسية، لأنه سيلٌ يملأ الكون أجمعه وينظمه بانسيابه الثابت؛ أي هنالك حاجة من الناحية الفلسفية للقول به كمرجع قياس ثابت [3]، فالزمان المطلق عند **نيوتن** هو الزمان الصحيح والرياضي ويصلح أن يكون كمرجع للقياس، ولأنه رياضي نستطيع تقديره كميا وما يساعده في ذلك هو تدفقه المستمر الثابت والمنظم وبحكم استقلاليته عن الأشياء الخارجية عزز اعتقاده في الزمان المطلق وحاجته إلى وحدة قياس مثالية.

---

[1]- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, 7.

[2]- ibid, p, 08.

[3]- أكرم مطلك محمد، **أزمة المفاهيم في الفيزياء الكلاسيكية نقد مفهومي الزمان و المكان**، الجامعة المستنصرة، مصر، 2010، ص، 10.

أما الزمان النسبي **le temps relatif** فهو: « الزمان الظاهر والشائع، وهو مقدار الأشياء في العالم الخارجي وهو جزء من الديمومة، متساوي أو غير متساوي، وتقاس به الحركة، مثل قياس الساعات والأيام والشهور...الخ »[1]، كما يسمى أحيانا بالزمان الاعتيادي وهو ما يمكن قياسه بلحظات وثوان وساعات وأيام وأسابيع وسنوات، ويستخدم للأغراض العلمية ويقاس به حركة الأجسام المحسوسة، فإذا تحرك جسم من موضع للآخر فإنّه يستغرق فترة زمنية معينة لقطع هذه المسافة، لذلك يرى **نيوتن** أننا عادة ما نستخدم الساعات والأيام والشهور والسنين لقياس الفترات الزمنية، إلا أنَ الأجسام الطبيعية ليست متساوية لكنها اعتبرت متساوية واستخدمت لقياس الزمن ويقوم علماء الفلك بتصحيح الزمان الاعتيادي، مقياس ووحدات تصحيحه، لكنه وللأسف لم يشترط ذلك بالنسبة للزمان المطلق، وبهذا يمكن تقديم قياس للزمان النسبي غير مضبوط تماما ولكنه تقريبي فحسب [2]، فيظهر مما سبق أنَ الزمان النسبي هو الزمان الذي يمكن تقديره وقياسه عن طريق أجزائه وفقا لقواعد نتبعها وتصلح أن تكون كوحدة للقياس في الفيزياء، ولكن يبقى الشيء المحير والذي يطرح الكثير من التساؤلات، هو ما دام أنّ الزمان نسبي يصلح لأن يكون كوحدة للقياس، فما الذي دعا **نيوتن** إلى قوله بالزمان المطلق؟، يبدو من هذا أنّ **نيوتن** كان لا يزال يبدي تعلقه بالفلسفة بالرغم من الدرجة العلمية التي وصل إليها من خلال أبحاثه فهو لا يزال يستخدم المصطلحات الفلسفية.

إنَ المفهوم الثاني الذي شغل بال **نيوتن** هو مفهوم "المكان"؛ إذ يميز فيه أيضا بين المكان المطلق **l'espace absolue** والمكان النسبي **l'espace relatif** ليستهل تعريفه بالمكان المطلق فيقول: « فالمكان المطلق هو الذي لا يكون في علاقة مع الأشياء

---

[1]- Isaac newton, **principe de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 8.

[2]– أكرم مطلك محمد، المرجع السابق، ص ص، 11، 12.

الخارجية، ساكن ومتشابه دائما وثابت »[1]، لقد كان المكان هو الآخر يعتبر عام ومطلق ولا يختلف من مراقب إلى آخر مهما اختلفت أحوالهم في الحركة والسكون، فإذا قاس أحد ما مسافة معينة ووجد فيها عشر أمتار مثلا، فإنها تبقي هي مهما كان ذلك الشخص، إذا قاس نفس المسافة بنفس المقياس المتر فإنه سيجد فيها عشر أمتار أيضا، وكذلك الشأن بالنسبة للمفاهيم والأشكال الهندسية التي ألفناها، فنحن نعتبر المكان مستويا، ونقول عن الخطين المتوازين إنهما لا يلتقيان أبدا، وأن زويا المثلث دوما تساوى 180 درجة، إلى غير ذلك من الحقائق التي نسلم بها أو نبرهن عليها بواسطة هذه المسلمات، في إطار الهندسة الإقليدية التي نعتبرها صالحة ومطابقة للواقع كونها تتفق مع حدوسنا الحسية وتصورتنا المستخلصة من التجربة، فنحن نعيش في مكان اقليدي يتصف بالنسبة إلينا جميعا متحركين كنا أو ساكنين، بتلك الخصائص التي ذكرناها [2]، هذه هي أهم وأبرز صفات المكان المطلق عند **نيوتن** وهو مرجع لكل القياسات لا يتغير، ثابت عند جميع الأشخاص، يعبر عن الحقائق بشكل واضح وصحيح، وهو الملائم لتفسير مختلف الظواهر الفيزيائية، كما يعبر عن الأفكار الهندسية التي نجدها في هندسة إقليدس، لأن هندسة هذا الأخير تبحث عن تحديد دقيق للمكان، وهو ما وجده **نيوتن** يتلاءم مع مفهومه للمكان المطلق.

أما التعريف الثاني الذي يقدمه للمكان هو المكان النسبي: فيقول: « المكان النسبي هو مقياس للبعد المتحرك للمكان المطلق، الذي يقع تحت حواسنا بالعلاقة مع الأجسام وكل ما هو شائع لا يختلط مع المكان غير الثابت، فعلى سبيل المثال يتم تحديد مسافة ما من الأرض أو في السماء، وفقا للوضع الذي توجد فيه الأرض>> [3]، و بالتالي فالمكان النسبي هو المكان الذي يشغله الجسم أو الموضع أو المحل، فيكون تابع لذلك نسبيا، باعتباره جزء منه، وهكذا فإنَ الجسم الذي ينتقل من موضع نسبي لآخر يتحرك حركة نسبية، أما إذا بقي

---

[1]- Isaac Newton, **principe de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 8.

[2]– محمد عابد الجابري، المرجع السابق، ص، 336.

[3]- Isaac newton**, principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 8.

الجسم في موقعه، فإنه يعدّ ساكنا سكونا نسبيا وهكذا نستطيع قياس الحركة النسبية لجسم ما انطلاقا من نقطة أو مرجع ارتكاز في قياسنا لحركة الجسم، كما نعتبر الأرض مثلا مرجعا ثابتا لقياس حركة القمر، ولهذا فإنَ دراسة أي مكان نسبي لجسم ما لا تتم إلا عن طريق تعيين ثلاثة إحداثيات وهي الطول والعرض والارتفاع، وبذلك يتحدد موضع الجسم هندسيا بواسطة هذه الإحداثيات وعندئذ يمكننا من استخدام المكان النسبي في الفيزياء وتحديده بواسطة قياسات حسيّة وإجراءات تجريبيةِ[1]، ومن جهة أخرى **نيوتن** يواصل تقديم تعريف آخر للموضع **lieu** فيقول: « هو جزء من المكان الذي يشغل الجسم بالنسبة للمكان النسبي والمطلق»[2]، فعلى سبيل المثال الأجسام الكبيرة، كالأرض والقمر تشغل المكان المطلق، والأجسام الصغيرة كالحجر تشغل المكان النسبي؛ أي لكل جسم له موضعه الخاص حسب طبيعة حجمه، وهذا ما أراد به نيوتن من خلال تمييزه بين المكان المطلق والمكان النسبي.

-1-3- الحركة وقوانينها:

بعدما أكمل **نيوتن** من تحديد طبيعة المكان والزمان وخصائص كل منهما ينتقل إلى مفهوم الحركة **le mouvement** الذي يرى أنَه من الواجب دراسة الحركة وضبطها ما دام يقول بالنسبي والمطلق، فهو أيضا يميز بين الحركة المطلقة **le mouvement absolue** والحركة النسبية **le mouvement relatif**، فيعرف الحركة المطلقة قائلا: « هي انتقال الجسم من مكان مطلق إلى مكان آخر مطلق »[3]، فالحركة المطلقة هي نتيجة لبعض القوى المؤثرة عليها، والقوة التي تحدث الحركة المطلقة هي قوة الطرد المركزي، كما يرى **نيوتن** أنَ الحركة المطلقة لا يمكن تحديدها من خلال مرجع متحرك، فتحديدها يحتاج إلى مرجعٍ ساكنٍ سكونا مطلقا، وقد رأى أيضا أنَ جميع الأجسام في حركة مستمرة وحاول

---

[1]- أكرم مطلك محمد، المرجع السابق، ص، 21,

[2]- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p 8.

[3] - ibid, p, 9.

البحث عن مرجع ثابت يتمكن من الاستناد عليه في قياس حركة الأجسام التي لها سرعات معينة؛ إذ لا بُدّ من وجود مرجع ثابت تقاس بالنسبة له سرعات هذه الأجسام، لذا يرى أنَ الأرض والشمس في حالة حركة مطلقة بالنسبة للنجوم الثابت، ويرى أيضا أنه قد توجد بعض الأجسام في حالة سكون مطلق في المناطق البعيدة عن النجوم الثابتة أو فيما يتجاوزها بُعدا، و لكنه يرى أيضا أنَ موقعها البعيد يجعلها غير صالحة لأن تكون مرجعا في قياس حركات الأجسام، كما أننَا لا نستطيع أن نعرف ما إذا كان الجسم يحتفظ بنفس موقعه بالنسبة لها أم لا؛ لذا قرر **نيوتن** أنَنا لا نستطيع إثبات السكون المطلق في هذه المراجع البعيدة[1]، إذن فالحركة المطلقة هي انتقال من مكان مطلق إلى مكان مطلق آخر، مع تحديد المراجع وغياب المراجع يعني صعوبة تحقيق الحركة وأكبر دليل على ذلك وجود مراجع بعيدة عن النجوم كما أنَ المراجع تسهل في إحداث السكون المطلق.

أما التعريف الثاني الذي يخص الحركة النسبية فيقول: « ... هي انتقال الجسم من مكان نسبي إلى مكان آخر نسبي... »[2]، فالحركة النسبية يمكن أن تحدث أو تتغير دون أي قوة خارجية، وهكذا فإنَ الجسم الذي ينتقل من موضع نسبي لآخر يتحرك حركة نسبية، فالقوة المؤثرة التي تحرك السفينة، تحرك في نفس الوقت الشخص الجالس حركة نسبية بالنسبة إلى الشاطئ مع حركة السفينة ككل [3]، فالحركة النسبية تكون في علاقة مع الأشياء الخارجية، وانتقال الأجسام من موضع إلى موضع آخر نسبي يتطلب أو يشترط أن تكون تلك الأجسام في حركة نسبية مرجعا، وبالتالي نستطيع قياس الحركة النسبية، ولا يفترض أن يكون الجسم ساكنا لأنَه حينها تكون حركة مطلقة، ولأنَ من بين أهم شروط الحركة المطلقة هي السكون، **فنيوتن** يقابل بين المطلق والنسبي والشائع والظاهر.

---

[1]- أكرم مطلك محمد، المرجع السابق، ص، 10.

[2] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 9.

[3]- أكرم مطلك محمد، المرجع السابق، ص، 10.

إنَ كل هذا يُظهر بأنَ **نيوتن** هو أول من قدّم تعريفات مهمة للزمان المطلق والنسبي والمكان المطلق والنسبي والحركة المطلقة والنسبية، فهدفه من كل هذا ليس إشباع الحقائق الفلسفية بل كان يعمل على بناء مرجع لعلم الميكانيكا، كما تعتبر هذه المفاهيم بالإضافة إلى مفهوم القوة كممر حقيقي من الكنيماتيكا الغاليلية إلى الديناميكا النيوتنية.

إضافة إلى ما سبق فإنّ **نيوتن** جمع ثلاثة قوانين للميكانيكا العقلانية، والتي مازال يدرك جوهرها وواقعها إلى اليوم، والتي يدور حول مفهوم القوة، لأن القوة هي من أهم علل الحركة المطلقة، والمكان المطلق بدوره هو أصل هذه العلل، والديناميكا التي هي علم الحركة في علاقتها مع القوة، وتختلف عن الحركة عند **غاليلي** وذلك بالتأكيد على المكان المطلق في تصور **نيوتن**، كما يجب الإشارة أولا إلى أنَ **نيوتن** كان قادرا على تلخيص مفهوم القوة من التعريفات المتعددة من طرف العلماء في تلك الفترة وفقا لضرورة مفاهمية خاصة، و لكن حتى في نظرية **نيوتن**، فإنَ مفهوم القوة سيستغرق وقتا طويلا حتى يستقر على حاله، لأن الوظيفة الأنطولوجية تواجه صعوبات أكبر في فرض نفسها في الميكانيكا العقلانية حتى القرن السابع عشر[1].

تتعامل أول القوانين الثلاثة **لنيوتن** مع حالة غياب القوة ويعبر عن هذا المبدأ بالقصور الذاتي **Inertie** أو الحفاظ على الحركة المستقيمة والمنتظمة « فكل جسم يحافظ على وضعيته في السكون أو في الحركة المنتظمة والمستقيمة، ما لم تتدخل عليه قوة خارجية»[2]، **فبيمبرتون HENRY PEMBERTON(1694-1771م)*** الذي يعد تلميذ **نيوتن** لا يعارض أن تكون هناك قوة مؤثرة، ولكن في توضيحه للقانون الأول للحركة أي مبدأ القصور الذاتي، يصفه بالقوة المضطربة، وهو مصطلح يبدو أكثر تحديدا للعلة والذي

---

[1]- Prosper Schroeder , **la genèse de la loi de la gravitation universelle et la tentative de sa démonstration a traverse le problème de trois corps et la théorie de la lune, de newton a Euler,** thèse de doctorat, de l'université Otto- Friedrich, Bamberg, Luxemburg, 2015, p, 72.

[2] - Isaac Newton, **principe de la philosophie naturel livre1 ,** op, cit, p, 17.

يرتبط بمفهوم الفعل، فالقانون الأول يحافظ على وضعية الأجسام حتى تأتي بعض القوى وتأثر عليه وتخرجه من وضعه، فإذا كان في حالة حركة فإنَ هذه القوة تعمل على بقاء الأجسام في حركة مستمرة، بعد فصلها عن القوة الكلية في الحركة والإبقاء على نفس درجة السرعة التي انطلقت بها لأول مرة دون توقف، إلا إذا جاءت بعض القوى الجديدة التي سوف تأثر عليها [1]، إذن فحركة القصور الذاتي **Mouvement d'inertie** تكون في المكان المطلق عند عدم وجود قوة مؤثرة بسبب التفاعل مع الأجسام الأخرى، ولا يمكن أن تكون علة هذه الحركة هو المكان المطلق فقط بل يكون أيضا ناتجا عن قوة تختلف طبيعتها عن القوة المؤثرة، وبهذا يقوم **نيوتن** ببناء قانونه الثاني على الشكل التالي:« إذا تغيرت حركة جسم ما، فإنَ هذا التغير يكون متناسبا مع القوة الخارجية وتناسبا عكسيا مع كتلة الجسم، ويتم هذا التغير في اتجاه تلك القوة»[2]، الملاحظ هذه المرة أنّ هناك علاقة بين القانون الثاني والتعريف الرابع للقوة، وتكمن هذه العلاقة في القوة الخارجية التي تمثل نقطة التقائهما، ويعلق **بينبرتون** على ذلك بأنَ السرعة التي يتحرك بها الجسم من خلال عمل بعض القوى؛ بحيث تكون تلك القوى متناسبة مع حجم الجسم الذي تمكنه من ضبطه بسرعة معينة يمكن قياسها، لذا فإنَ هذا القانون يعني أنَه إذا تم ضبط جسم ما بدرجة من السرعة الكافية تجعل الجسم يمتد مسافة ميل في ساعة واحدة، فإنَ القوة التي يمكن أن تعطي نفس السرعة لجسم مزدوج، من شأنها أن تعطي الجسم الأول سرعة تجعله يسافر في ساعة واحدة على ألف درجة ولكن من خلال جسم مزدوج آخر؛ أي لا يقصد الجسم الذي حجمه مزدوج، و لكنه يحتوي على كمية مزدوجة من المادة الصلبة، ويرفق **نيوتن** هذا القانون بتعليق، فيقول: « إذا أدت قوة معينة إلى حركة معينة فإنَ القوة المزدوجة ستولد حركة مزدوجة وقوة ثلاثية إلى حركة ثلاثية

[1] - pemberton**, élément de la philosophie de newton liver1**, traduit de l anglais par e joncourt et Amsterdam et Leipzig,1755, pp, 41, 42.

[2] - Isaac newton, **principe de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p 17.

سواء كانت هذه القوة المؤثرة في زمن واحد أو بشكل تدريجي ومتتابع »[1]، فإذا تأملنا تحليلات هذا القانون فإنَ القوة المؤثرة على الأجسام في سرعتها وحركتها تكون متناسبة مع طبيعة الجسم؛ أي طبيعة القوة المؤثرة هي الوزن فقط، فكلما كان وزن الجسم كبيرا، كلما احتاج إلى قوة أكبر لتحريكه و زيادة سرعته.

أما القانون الثالث وهو قانون الفعل ورد الفعل **Action et réaction** فينصَ هذا القانون على أنَ: « الفعل يكون دائم ا متساويا ومتعاكسا لرد الفعل؛ أي أنَ الأفعال المتبادلة لجسمين هي دائما متساوية وفي اتجاه متعاكس »[2]، وتتضح تطبيقات هذا القانون جلية عند مراقبة الأجسام عند تماسها، وعليه فإن القوة التي تصدم بها ملعقةُ طعامٍ أرضَ الغرفةِ، تساوى بالضبط مقدار القوة التي ستدفع أرض الغرفة، الملعقة إلى الأعلى، ويصدق القانون أيضا على الأجسام التي تتجذب أحدها نحو الآخر، وعلى سبيل المثال أنَ الطير الذي يسحب نفسه إلى الأعلى من الأرض يجابه نفس مقدار القوة التي تجره إلى سطح الأرض، وإذا ما سقط شخص من علو الأرض فإنه سيصدمها بنفس مقدار القوة التي ستردها الأرض إليه[3]، ويعبر **بيبرتون** على ذلك بأنَ المساواة في القوى والتي تعتمد على مبدأ المساواة بين الفعل ورد الفعل هي نتيجة ضرورية لطبيعة الاختراق، لأنَه إذا كان من الممكن أنَ الجسم "أ" يمكن أن يخترق الجسم "ب"، فيكون على الجسم "أ" أن يخترق بالنحو المحدد من طرف الجسم "ب"، و بما أنَ اختراق هذه الأجسام متساوٍ في كلتا الحالتين، فمن الضروري أن يستخدم هذان الجسمان قوتين متساويتيِن لمقاومة الاختراق، بعدما يطلب الجسم "أ" اختراق الجسم "ب"، فإن هذا الأخير يطلب هو الآخر نفس القدر لاختراقه، كما يقوم كلاهما بنشر القوة ذاتها بقدر ضروري لمنع الاختراق، ومنه سنجد الجسمان متأثران ببعضهما البعض وفي

---

[1] - Pemberton, **élément de la philosophie de newton liver1,** op, cit p, 44.

[2]- Isaac Newton, **principe de la philosophie naturel livre1** , op, cit, p,18.

[3]– كلفورد ا بكفورد، المرجع السابق، ص، 228.

نفس الوضعية إذا تم ضغطهما بنفس القوة [1]، فهذا هو ملخص **نيوتن** في القانون الثالث للحركة وهي أن لكل فعل رد فعل مساوٍ في الحركة و لكن في اتجاه متعاكس.

-1-4- أهم النتائج والقوة المركزية:

مما سبق يظهر أنَ **نيوتن** استطاع من خلال وضعه لجملة من التعريفات والمبادئ، بالإضافة إلى قوانين الحركة الثلاثة **Les trois lois du mouvement** استطاع أنَ يصل إلى ستة نتائج، وأول هذه النتائج أنّ: « الجسم المدفوع بقوتين من خلال عملهما المشترك هو قطر متوازي الأضلاع الذي يكون قد اجتاز جانبيه بشكل منفصل وفي نفس الزمن»[2]، فالجسم المدفوع بقوتين حسب **نيوتن** يمكن أن نعبر عنه بقطر متوازي الأضلاع، والجسم في زمن معطى ينتقل من "أ" إلى "ب" في حركة منتظمة وبقوة واحدة هي "م" وبقوى أخرى هي "ن" في نفس مكان "أ" والذي ينتقل من "أ" إلى "ج"، فالجسم بهاتين القوتين سوف ينتقل في نفس الزمن من القطر "أ،ب" من متوازي الأضلاع "أ، ب، ج، د"، ويوضح ذلك أكثر بنتيجة ثالثة فيقول:« من خلالها فإن القوة المباشرة لـ "أ،ب"، فهي تتكون من قوة مائلة لـ "أ،ب" و "ب،د"، وبمثل هذا الحل يمكن حل أي قوة مائلة من "أ،ب" و"ب،د"، و بهذه الحلول وهذه التركيبة يتم التأكيد على وجود القوة في جميع الأزمنة الميكانيكية »[3]، فتحديد القوة المباشرة **force directe** التي تؤثر على جسم ما يكون انطلاقا من تحديده القوة المائلة **Force oblique**، فالقوة المائلة هي حل في معرفة طبيعة أي قوة تأثر على الجسم في مختلف الأزمنة الميكانيكية ومن نقطة الانطلاق إلى غاية نقطة الوصول.

أما النتيجة الثالثة فهي تحديد دقيق لكمية الحركة «التي تؤدي إلى مجموع كل الحركات وإلى نفس الاتجاه، واختلافها في الجانبين المتقابلين من خلال عمل نفس الأجسام

---

[1] - pemberton, **Elément de la philosophie du newton liver1**, op, cit, p, 48.

[2] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 19.

[3] - ibid , p, 19

فيما بينها»[1]، فهذه النتيجة تذكرنا بالقانون الثالث للحركة؛ أي الفعل ورد الفعل بحيث يكونان متساويين وفقا للقانون الثالث دائما، فالحركات تكون لها نفس الفعل ورد الفعل في الاتجاه المتعاكس، فإذا كان على سبيل المثال: جسمان يأتيان من الجهة المقابلة فإنَ حركة الجسمين إلى الجهة المقابلة سوف تكون دائما هي نفسها.

أما النتيجة الرابعة فيحدثنا **نيوتن** عن مركز الجاذبية **centre de gravitation** للأجسام وطبيعة عملها فيقول: « مركز الجاذبية لجسمين أو عدة أجسام لا تغير من حالة الحركة أو سكونها عن طريق العمل المتبادل لهذه الأجسام، فمركز الثقل المشترك لجميع هذه الأجسام والتي تعمل مع بعضها البعض "على افتراض أنَه لا يوجد فعل أو عائق خارجي" فهي دائما في حالة سكون، أو تتحرك بشكل منتظم في خط مستقيم »[2]، فمركز الجاذبية هنا لا يتدخل في حركة الأجسام وسكونها، فالأجسام مهما كانت سواء في حالة سكون أم في حالة حركة، يمكن تحديد مركز جاذبيتها وذلك إنَ لم يكن هناك فعل أو مانع خارجي.

أما النتيجة الخامسة فيصل إلى طبيعة حركة الأجسام في الفضاء الخارجي المغلق **Espace extérieur fermé** فيقول: « حركة الأجسام المغلقة في أي مكان هي نفسها فيما بينها، سواء كان هذا المكان في حالة حركة أو يتحرك بشكل موحد في خط مستقيم دون حركة دائرية »[3]، فمهما كانت طبيعة الأجسام فحركتها المكانية هي حركة واحدة، وهي الانتقال من نقطة إلى نقطة في السكون، أو في حالة الحركة المستقيمة والمنتظمة لا يمكن أن يأخذ شكل هذه الأجسام الحركة الدائرية.

أما النتيجة السادسة يربط فيها **نيوتن** حركة الأجسام **mouvement des corps** بالقوة المتسارعة المؤثرة عليها فيقول: « إذا تحرك الجسم بينهم بأي شكل من

---

[1]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 22.

[2] -ibid, p, 24.

[3]- ibid, p, 26.

الأشكال وتم دفعه بواسطة قوى متسارعة ومتساوية والتي تعمل وفق خطوط متوازية، سوف يتم التحرك بينهم بنفس الطريقة كما لو أنَ هذه القوى لم تؤثر عليهم »[1]، فمهما كانت طبيعة القوة المؤثرة على الأجسام فإن حركة الأجسام تبقى دائما في نفس الخط وفي نفس الاتجاه وفقا للقانون الثاني للحركة.

بناء على هذا يصل **نيوتن** إلى وضع أهم المبادئ التي يجب الاعتماد عليها في دراسة الظواهر الطبيعية مهما كانت طبيعتها فيقول: « لقد تلقيت حتى الآن المبادئ التي شرحتها من جميع علماء الرياضيات والتي أكدت من لا نهايتها من خلال التجربة »[2]، فكل المبادئ التي عمل نيوتن على شرحها والتحقق منها تجريبيا، هي مبادئ قد استخدمت قبله من طرف علماء رياضيين كـ **كبلر وغاليلي**، وما فعله هو التأكيد عليها تجريبيا وإضفاء الصبغة العلمية، وبعد شرح هذه المبادئ واشتقاق العديد من القواعد الطبيعية، يبدأ **نيوتن** في كتابه بأحد عشرة طريقة مأخوذة من هندسة القدماء **Géométrie ancienne** ليبرهن على هذه المبادئ الموجودة في القسم الأول من الكتاب الأول، كما يعرض في هذه الطريقة الدوافع التي دفعته للأخذ بهذه الهندسة، بداية من الأولى إلى الأخيرة، لأنه يرى أنَ هذه الطريقة هي أساس هندسة اللانهاية، لأنَه انطلاقا من هذه الهندسة سوف يعطي كل اليقي ن إلى الهندسة القديمة، ويقول في هذا الصدد: « لقد فضلت استخدام الأسباب الأولى والأخيرة التي وُلدت واختفت، وبدأتُ بإظهارها بإيجاز قدر المستطاع، وهو ما يحدث للكميات عندما تصل إلى حدودها، وسأوضح بهذه الطريقة كل ما يتضح بطريقة غير قابلة للتجزئة، لكن بعد أن أُثبت المبدأ، الذي أَستخدمه بأمان كبير »[3]، و بشكل أساسي سوف تكون طريقة تعين الأسباب من الأول إلى الأخير بمثابة أداة رأسية في التنظيم الاستنباطي في كتاب **المبادئ**، وتسمح **لنيوتن** بتجنب البراهين الهندسية الطويلة، كما تجنبه الوقوع في مشكلات غير قابلة لتجزئة

---

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1,** op, cit, p, 27.

[2] - ibid, p, 27.

[3] - Ibid, p, 47.

والتي قد توقعه في مفارقات، إذن فالهدف الذي كان يسعى وراءه هو تحديد الأسباب من الأول إلى الأخير.

أما ثانيا فيهدف إلى تحديد القوة المركزية، لأنَها الاتجاه المحدد هندسيا وتعمل بدافع، وهي نوع من القوة المطبوعة، وعن طريق هذه الصدمات يصل **نيوتن** أخيرا إلى عمل مستمر بسلاسة دون صدمات، قد يكون في ذهنه أن الجاذبية ناتجة عن صدمات دقيقة لسائل غير حساس من شأنه أن يعطينا الوهم بعمل مستمر، فقد سبق وأنْ قلنا أنّ القوة المركزية هي القوة التي تحدد عن طريق مخطط هندسي كالانتقال العمودي للأجسام والمسارات المنحنية، وذلك عن طريق قوة الدفع لهذه الأجسام نحو التحرك، وقد تكون نتيجة للصدمات التي يتلقها الجسم، وهو في الحقيقة بداية تشكل الاعتقاد عند **نيوتن** بأنها الجاذبية.

ثالثا: القوة الآنية **la force instantanée** وهي صدمة متسارعة تعمل في بداية الفاصل الزمني، وتخضع للقوة ولا مبدأ لها، فالخاصية الثالثة لهذه التجربة أنَ لها غاية، وهي تصريف الدافع في منتصف أو في نهاية الفاصل الزمني، والدليل الذي سنقوم بالتفصيل عنه أدناه، هو التوازي بين الخطوط التي تؤدي إلى المساوا ة بين الأسطح التي تسقط عليها الأجسام، وهذا دائما بالرجوع إلى قانون **كبلر** الثالث، فدونه لا يمكن أن تحدث الظاهرة ومن المحتمل أن لا يؤدي إلى نتيجة، هذه الظاهرة ليست اكتشافا والعملية ليس كيف تجري الأمور، ولكنها دليل يؤسس بطريقة عقلانية للحقيقة التي كانت معروفة قبل التجربة، فالخاصية الثالثة تتكلم عن أهمية اكتشاف القوانين ودورها في صياغة النظريات والحقائق العلمية، وتداخل العلوم فيما بينها من التجريدي إلى المحسوس وصياغتها على شكل قوانين وتنظيمها عقليا وتطبيقها تجريبيا[1]، إنَ القوى المركزية عند **نيوتن** هي الحلقة المركزية في

[1] - Claude slowik, **le livre 2 des principia, les principe a l'épreuve de leur passage sur terre,** philosophie, université charale de gaule, Lille 3, France ,2014, p, p, 83, 84.

بناء القوانين والنظريات، نظرا للأهمية التي تكتسبها في الظواهر الطبيعية، لذلك كثيرا ما يصر على دراسة هذه القوة.

2- تحليل الكتاب الثاني من المبادئ الرياضية:

2-1- دراسة حركة الأجسام في وسط مقاوم:

يتوفر الكتاب الثاني من **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** على معطيات يجب التوقف عندها، وذلك بغرض تتبع مسار الفكر النيوتني لمعرفة الأسس التي بنى عليها قانونه في الجاذبية العامة؛ بحيث جاء على لسان **بيبرتون:**« قبل أنّ تكون قادرا على اكتشاف العلة التي تجعل الكواكب تتحرك في مداراتها، من الضروري معرفة المكان الذي تتحرك فيه، هل تتحرك في الفراغ أو في مكان ممتلئ بالمواد؟...وللحكم على هذا الرأي بشكل صحيح، سعى نيوتن إلى التفكير -بأكبر قدر ممكن وبحذر- في المقاومة التي تشعر بها الأجسام المتحركة في السوائل»[1]، وهذا يعني أنّه قبل البدء في معرفة علّة حركة الأجسام في السماء، يجب معرفة مسائل أخرى كمقاومة الأجسام في السوائل، وانطلاقا من هذا يمكن معرفة علّة حركة الأجسام السماوية.

بدأ **نيوتن** في الكتاب الثاني بدراسة إزاحة الأجسام في وسطٍ تكون مقاومته للحركة متناسبة مع السرعة **Le mouvement est proportionnel à la vitesse** فيقول:« أنّ الحركة التي تفقدها الأجسام من خلال المقاومة التي تواجهها تشبه الحيز الذي تسلكه عندما تنتج هذه المقاومة بسبب السرعة »[2]، يمكن التمثيل لهذا بجسم محدد بكتلة، مثلا (4كلغ) فإنّه يتحرك في وسط مقاوم **Milieu résistant** بسرعة تقدر بـ(50م/ثا)، ويخضع لقوة واحدة يمارسها هذا الوسط **MILIEU** والتي يفترض تناسبها مع سرعته، ولنفترض أيضا أنّ هذا الوسط يؤثر عليه ويكون متناسب مع سرعته، لنصل بعد ذلك إلى أنّه في أول مترين

[1]- pemberton, **élément de la philosophie newton**, op, cit, p, 173.

[2] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver 2**, par feue la marquise de chatstellet, édition Jacquie gabye, France, 1990, p, 245.

من مساره سيفقد سرعة 5م/ثا، وبعد ذلك سيفقد كلّ جزء مترين بنفس السرعة وبهذا يعطينا تعاقب السرعات[1]؛ أي: كلّما كانت درجة المقاومة كبيرة، كلّما قلت سرعة الجسم في الوسط الذي تتحرك فيه، ما يدل على تحديد سرعة الأجسام بالوسط، كما يواصل تحليله في ذلك، ويقول:« إذا كان الجسم يواجه مقاومة بسبب السرعة، ويتحرك في وسط متجانس بواسطة قوة واحدة تؤثر فيه، أقول أنّه قد تمّ أخذ ذلك في أوقات متساوية، والسرعات من خلال هذه الأزمنة تبدأ بالتقدم على شكل هندسي والأمكنة المقطوعة خلال هذه الأزمنة ستكون مثل السرعات»[2]، فعلى الرغم من أنّ الصياغة تبدو أكثر اكتمالا، إلاّ أنّها نفس الأشكال الموجودة في القول الأول، وذلك نظرا لكون السرعة غير ثابتة ولا يُعرف اختلافها الزمني، فمن الصعب تقيّيم المكان الذي يَنتقل إليه الجسم كدالة الزمان والصياغة **diltax=v×diltaT** تَفتَرض أنّ **V** ثابت لا يمكن استخدامه، إلاّ أنّه يجب الإشارة هنا إلى أنّ الصياغة من حيث التناسب تحتوي على جزء ضمني، ذلك أنّ الجسم المتنقل في المكان المتناسب مع السرعة ليس بمكافئ للصياغة؛ إذ نلاحظ أنّ الأمكنة المقطوعة في كلّ فترة من هذه الأزمنة مثل السرعة، كما يجب أنّ نشير إلى نية **نيوتن** في التنبيه إلى وجوب اليقظة تجاه الصياغة المعتادة التي تؤكد أنّ المسافة المقطوعة تتناسب مع السرعة[3]، هذا يدل أيضا على أنّ **نيوتن** أراد التنبيه إلى عدم التسرع والخلط بين القوانين، وضبط كلّ الأمور في إطارها الخاص حتى لا يتمّ الخروج عن مواضيع الدراسة أو الوصول إلى نتائج غير متطابقة مع الوقائع المدروسة، كما يقترح **نيوتن** حلولا لمعالجة مشكلة المقاومة وذلك من خلال « البحث عن حركة جسم صاعد أو نازل في خطّ مستقيم وفي وسط متجانس ومقاوم بسبب السرعة وبهذا يكون عملها منظم مع الجاذبية »[4]. يؤكد هذا القول على ثبات الجاذبية بغض النظر عن

---

[1] - Claud slowik, **le liver 2 de principia, les principes a l' éprouve de leur passage sur terre** , op, cit,, p, 120.

[2] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver 2**, op, cit , p 246.

[3] - ibid, p, 128.

[4] - Ibid, p, 247.

تباين المقاومة، فهذه الدقة مهمة في إطار دراسة حركة الجاذبية للكواكب كونها متغيرة، ولمعالجة هذا المشكل يقترح حلا آخر فيقول: « إن جاذبية جسم ما نعيّنها بواسطة مستطيل أ، ب،ج،د »[1]، نلاحظ هنا أنّ الشكل الهندسي هو الوسيلة الوحيدة للوصول لحل هذا الإشكال.

كما يرى أنّ المقاومة هي نتيجة لمربع السرعة فيقول في ذلك: « إذا كان الجسم يواجه مقاومة مضاعفة للسرعة، ويتحرك في وسط متجانس من خلال القوة المؤثرة عليه، أقول أنّ الزمن قد أخذ في تقدم هندسي تصاعدي، وأنَ السرعات في بداية كلّ هذه الأزمنة سيكون في نفس التقدم الهندسي عكسيا، وأنَ المسافات المقطوعة في كل من هذه الأزمنة ستكون متساوية»[2]، وقوله هذا يبيّن أنّ التقسيم إلى أزمنة غير متكافئة يسمح بإيجاد تقدم في مساحات متساوية هو استخدام التناسب، ليستأنف **نيوتن** الحديث بعد ذلك فيقول: « بما أنّ مقاومة الوسط تتناسب مع مربع السرعة وتناقص السرعة، ويتناسب مع المقاومة إذا قسمنا الزمن إلى عدد لا حصر له من الأجزاء المتساوية، فإنَ مربعات السرعة في كل بداية زمنية ستكون متناسبة مع اختلاف هذه السرعات نفسها »[3]، هذا هو جواب **نيوتن** لتحقيق التناسب بين المقاومة ومربع السرعة من خلال حسابٍ ينتقل من النسب إلى الشكل، شريطة أنّ يعطيها قيم عددية، لأنَه انطلاقا من هذه القيم ندرك العلاقات جيدا، ويلخص **ميشال بلاي** في مقالة لدراسة **نيوتن** حول الحركات في الوسط المقاوم فيقول: « وهكذا كما يوضح الاستخدام النيوتني للمقترحات، فإدخال حساب التكامل والتفاضل هو فقط الذي سيمكن حقا من تحديد العلاقات بين المفاهيم، ووضع المعادلات العامة للحركة، وحلّها بواسطة إجراءات خوارزمية محددة جيدا لتَمَيُّز وتَكَامُل مشكلات الحركة في الوسط المقاوم وإذا كان الأمر كذلك، فإنّ ترجمة مقترحات المبادئ إلى مفاهيم حساب التكامل **l'intégration**

[1] - Isaac Newton**, principe mathématique de la philosophie naturel livre2,** op, cit , p, 247.
[2] - Ibid, p, 255.
[3] –ibid, p, 255.

والتفاضل**différenciation** فإنَه يثري هذا المحتوى بحساب جديد، أي خطأ على ترجمة هذا المحتوى قد يؤدي إلى خيانة المبادئ»[1]، و يواصل فيقول« في الواقع يهدف هذا المنهج المعقد بشكل رئيسي إلى ملئ الفراغ المفاهمى، وذلك بعدم وجود شكل واضح لإلقاء الضوء على علاقتهم كمفهوم التسارع والسرعة لإجراء التكامل والتفاضل المنظم »[2]، في هذا الاستنتاج يضع **ميشال بلاي Blaye Michel(1948)**، الاقتراح النيوتني في امتداد تاريخي، أي يمدد الرؤية إلى ما بعد نشره لكتاب المبادئ، ويؤكد على حقيقة مفادها أنّ **نيوتن** كان لا يملك فكرة التسارع في شكلها النهائي؛ إذ يرى أنه لا يوجد تجانس في طريقة تفكير نيوتن.

2-2- ميكانيكا السوائلMécanique des fluides:

يعتزم **نيوتن** على فتح مجال جديد للدراسة، وهو ما نستنتجه من خلال بداية القسم الخامس، فقد تعوّد في كتابه على افتتاح أقسامه باقتراح أو مشكلة، ولكن هذه المرة خالف كل التوقعات، وبدأ القسم الخامس بتعريف سيفهم من خلاله الكثير؛ فيقول:« الأجسام السائلة هي تلك الأجزاء التي تفسح المجال أمام أي قوة لتؤثر عليها، وهي التي تسهل الحركة فيما بينها»[3]، فالقصد من هذا القول واضح، **فنيوتن** هنا يفتح بابا جديدا في البحث، وهو ميكانيكا السوائل؛ فالتمكن من الوصول إلى قانون الجاذبية العامة لن يكون إلاّ من خلال الاهتمام بجميع مسائل الميكانيكا، كما يجب فهم هذا التعريف كجزء من البرنامج النيوتني لتأسيس مبادئ رياضية على عكس التعاريف الوصفية، كما يستخدم هذا التعريف مفاهيم تنتمي إلى نظامه، كالقوة، والجزء، الفعل، الحركة، ويعتمد بشكل أساسي على التجربة اليومية والاستقراء، ويقترح هذا التعريف خاصيتين أساسيتين، الأولى: هي الأجسام التي تفسح

---

[1] - Blaye Michel, **le traitement newtonienne du mouvement des projectiles dans les milieux résistants**, in revue d' histoire des sciences, 1987, tom 40, n- 3-4, p, 325-355.

[2] - ibid, p,325- 355.

[3] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver2**, op, cit, p, 301.

المجال أمام أيّ قوة لتؤثر عليها، والأخرى: تسهيل الحركة فيما بينها، كما يؤكد أنّ هناك إمكانية أخرى لتصنيف الأجسام إلى أجسام صلبة **corps solides** وأجسام سائلة **corps fluides**[1]، ما يمكن التعليق عليه هنا، أنّ **نيوتن** لا يزال في مستوى المبادئ لتحديد ما سوف يصل إليه، وهذا التعريف يكون بمثابة أداة أو وسيلة لتأسيس ميكانيكا السوائل فيقول:« إذا كانت جميع أجزاء السائل غير متحركة ومتجانسة ومغلقة في أي إناء غير متحرك ويتم ضغطه من جميع الجوانب، بغض النظر عن الجاذبية والكثافة وجميع أنواع القوى المركزية التي يتم الضغط عليها من جميع الجهات، سيبقى كلّ منها في مكانه دون أنّ ينتج عن هذا الضغط أي حركة»[2]، نحن في وضع غامض جدا أنّ لم نقل أنه صعب جدا ، بحيث يوجد إناء موضوع في إناء كروي؛ حيث تثبت هذه الحالة أنّ الجسم لا يمكنه التوجه نحو المحيط ولا يمكنه الدوران حول المركز أيضا لذلك فهو غير متحرك، كما يحاول **نيوتن** الإجابة عن أسئلة غير مذكورة لإضفاء الخصائص الأولية بين المواد الصلبة والمواد السائلة، فالمواد السائلة لن يكون ضغطها قوي على حساب جانب آخر، وإنّما تكون بنفس الضغط كاملة، وهذا الفرق يحدث فقط بين المادة الصلبة والمادة السائلة، والضغط في مكان السوائل المغلقة في الإناء الكروي سوف ينشر الضغط في جميع السوائل [3]، ويوضح هذا قائلا:« إذا كان كلّ جزء من السائل كروي ومتجانس على مسافات متساوية من المركز ويستند إلى قاع كروي متحد المركز وينجذب نحو هذا المركز، فإنّ القاع سيحافظ على وزن الأسطوانة التي قاعدتها متساوية لسطح القاع والذي طوله هو نفس طول السائل الذي يستقر عليه»[4]، في هذه التجربة يريد **نيوتن** التأكيد على أنّ الجاذبية موجودة في المواد السائلة وهذه التجربة الدليل على ذلك، فاتّحاد قاع الأسطوان ة في المركز مع قاع سطح الإناء يرجع

---

[1]-Cloud slowski**, le livere2 des principia, les principes a l'épreuve de leur passage sur terre,** op, cit, p, p, 191, 192.

[2] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver2,** op, cit, p, 301.

[3] - ibid, p, 194.

[4] - Ibid, op, cit p, 304.

بالضرورة إلى المقاومة أي بمعنى أنّ هذه السوائل تمنعها من النزول، ولكن هذا لا يمنع عمل الجاذبية من اتّحاد الاسطوانة مع مركز الإناء، وبهذه التجارب على السوائل فهو يمهد لتطبيق دراسته على الأجرام السماوية.

الشيء الملفت للانتباه عند **نيوتن** أنه قبل الشروع أو البدء في أيّ دراسة نجده يستخدم مفاهيم جديدة فيقول مثلا: « إذا كانت كثافة أيّ سائل تتناسب مع انضغاطه، وجذبت أجزائه إلى الأسفل بواسطة قوة مركزية متناسبة مع مسافتها في الوسط، أقول أنه إذا أخذت هذه المسافات التناسبية المستمرة ستكون كثافة هذا السائل في هذه المسافات نفسها، متناسبة باستمرار>>[1]، يستخدم **نيوتن** مصطلحين جديدين هما: الضغط **Pression** والانضغاط**Compression**، ومن خلال الترجمات يشير مصطلح "الضغط" إلى حالة السائل الذي يتوافق مع الضغط الحالي، في حين يشير مصطلح "الانضغاط" إلى تحديد قوة حتى ولو كانت هذه القوة خصوصية بعدم كونها دائما قوة متحركة، والتي لا تبدو خروجا عن تعريف "القوة المؤثرة"، واستخدام هذا الاقتراح بغرض التأكيد على التناسب بين كثافة الوسط وقوة الضغط[2]، كما يوجد برهان آخر يعتمد فيه أكثر على العمليات الحسابية وذلك لاعتماده على مربع الجاذبية، فيقول: « كثافة أي سائل تتناسب مع انضغاطه، وأجزائه تنجذب إلى الأسفل بفعل الجاذبية المتناسبة مع مربع المسافة في الوسط، أقول أننا إذا أخذنا هذه المسافات في تقدم متناسق ستكون كثافة السوائل في هذه المسافات في تقدم متناسق وستكون كثافة السوائل في هذه المسافات في تطور هندسي »[3]، الظاهر أنّ **نيوتن** لا يفضل العمل بالفرضيات، لأنّها في نظره تجمد البحث وتجمد العمل بالمبادئ التي اقترحها، لذلك يصر على التجربة والعمل بالهندسة، ولهذا يرى أيضا أنّ معرفة كثافة الوسط عن طريق

---

[1]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre2**, op, cit , p, 308.

[2] - Claud slowski, **le livres 2 des principia, les principes a l'épreuve de leur passage sur terre**, op, cit, p, 200.

[3] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre2**, op, cit, p, 311.

التجربة وإخضاعها لقياس هندسي، سوف يسمح لنا بمعرفة التناسب الموجود بين كثافة الوسط والجاذبية.

مفهوم الضغط في التعريفات الأولية لبداية كتاب المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية يشار إليه كمصدر محتمل للقوة المؤثرة، وهذا هو نص التعريف: « فالقوة المؤثرة يمكن أنّ يكون لها أصول مختلفة، يمكن أنّ تكون عن طريق الصدمة، أو الضغط، أو القوة المركزية»[1]، هذا التعريف يثبت مفهوم القوة المؤثرة التي تندرج تحتها ثلاثة أنواع وهي الصدمة **Choc**، الضغط، والقوة المركزية، فالصدمة هي قوة تعمل في الآن، ولا تساع د على استمرار العمل، أما القوة المركزية قد سبق التطرق إليها، لكنّ الشيء الملفت للانتباه أنّ **نيوتن** لم يتطرق إلى الضغط وانتظر إلى غاية الكتاب الثاني، أين حدد له سِمَتَيْنِ، تتمثل الخاصيّة الأولى في كونه فعل اتّصال وعدم التسبب في الحركة فيما يتعلق بالحجم، أمّا الخاصيّة الأخرى فتتمثل في كون الضغط قوة تمنع عن العمل [2]، ولما كان الضغط كذلك، فهو يحتاج إلى اتّصال مستمر لكي يظهر، كما يسمح هذا التعبير لمفهو م الضغط والقوى المركزية **لنيوتن** بإبعاد الجاذبية العامة من اعتبارها ضغطا أو سائلا افتراضيا، وفي الوقت نفسه يعطي القوة أكبر قدر ممكن من المرونة.

2-3- الحركات البندولية*:

---

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 3.

[2] - Claude slowski, **le liver des principia, les principes a l'épreuve de leur passage sur terre**, op, cit, p, 215.

*البندول: هو جسم يتأرجح، جيئة وذهاباً، حول نقطة معينة، إذا شُدّ إلى جانب، ثم تُرك حرا. تعمل الجاذبية على تأرجحه بمعدل منتظم. ويتكون البندول البسيط من ثقل معلق في نهاية خيط أو سلك. ويسمى المسار، الذي يتحرك عليه الثقل، قوس البندول. ويسمى الزمن، الذي يستغرقه الثقل، لكي يتحرك جيئة وذهاباً، مرة واحدة، على هذا القوس، فترة الذبذبة، وإذا نقل بندول من مكان إلى مكان آخر على سطح الأرض، فإن فترة الذبذبة تتغير بقدر طفيف، نتيجة لاختلاف قوة الجاذبية. وتزداد فترة الذبذبة، إذا رفع البندول من مستوى سطح البحر إلى قمة جبل؛ نظراً إلى أنّ قوة الجاذبية، تكون أقل في الارتفاعات العليا. فالبندول البسيط، المثبت عند سطح البحر، والذي طوله 24.87سم، له فترة ذبذبة، قدرها ثانية واحدة؛ والبندول الذي له أربعة أمثال هذا الطول، له فترة ذبذبة، قدرها ثانيتان؛ والذي له تسعة أمثال هذا الطول، تكون فترة ذبذبته ثلاث تواني. **www. Marifa.org 23/10/2020/ 18 : 20**

يتناول **نيوتن** الحركات البندولية **Mouvements pendulaires** في الأوساط المقاومة بالضبط في القسم السادس من الكتاب الثاني ويقول في هذا: « إنّ كمية المادة في الأجسام المتذبذبة وفي مركز التذبذب هي متساوية في الفراغ »[1]، نظريا هذا القول يقدم لنا قانون الحركات البندولية وكنتيجة لهذا يوضح لنا **نيوتن** كيف أصبح من الممكن مقارنة كمية المادة، وبالتالي تقدير تباين الجاذبية مع المكان وذلك بالنسبة إلى البندول ذات الطول المتساوي والمتحرك تحت تأثير القوى المركزية في المكان الفارغ، فالكتلة تتناسب مع ناتج الأوزان ومع زمن مربع التذبذ ب، كما يستخدم البندول لتحديد كميات المادة، ولكنّ يصعب ذلك بسبب اختلاف الجاذبية من مكان إلى آخر، وفي حالة عدم وجود الفراغ فمن الضروري إدخال الوزن بدل من إدخال الوزن النسبي والمقاومة [2]، كما يوضح أيضا حركة البندول في الحالة الدائرة، فيقول:« الأجسام المعلقة في خيوط، والتي تتحرك في وسط مقاوم هي بسبب الفترات الزمنية، والأجسام التي تتحرك في وسط غير مقاوم ولها نفس الثقل النوعي لهذه الأجسام، تكمل تذبذباته ا في أزمان مختلفة متساوية مع الدوائر، وفي الزمن نفسه يكون وضع الأقواس متناسب مع الزمن »[3]؛ أي من هذه الحالة تظل حركات البندول الدائرية متجانسة في الحالة التي تكون مقاومة الحركة متناسبة مع السرعة، وتكون في حالة عكسية عندما تكون هذه المقاومة أيضا متناسبة مع السرعة، ومع ذلك حتى في اتّساق السرعة فإنَه يضمن بذلك حالة التذبذبات الصغيرة، كما يؤكد **نيوتن** من خلال تجاربه على البندول أنّ كمية المادة تتناسب دائما مع الوزن، ويرى أيضا أنّه ليس الوقت المناسب لمناقشة مشكلة الاتساق بين مفهوم الكتلة وكمية المادة، ولا التمييز بين الكتلة القصورية والكتلة الجاذبية فيقول:« يواجه البندول مقاومة في فترات زمنية معينة، فالتذبذ ب يكون على شكل حلقة، كما أنّ هذه المقاومة ترجع إلى قوة الجاذبية، كالقوس الموصوف عند النزول بالكامل وعلى

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre2**, op, cit, p, 317.

[2] -Claud slowski, **le liver 2, les principes a l'epeureve de leur passage sur terre**, op, cit, p, 226.

[3] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie, naturel liver2**, op, cit p, 217.

القوس الموصوف في الصعود ويكون مضاعفا له في الطول بالنسبة للبندول »[1]، فهذه التجارب ليس غرضها التأكيد وإثبات التساوي بين كمية المادة وقوى الجاذبية، وإنّما تعزيز لدراسة حركات الأجسام في حالة التذبذبات وربطها بالجاذبية، أي بمعنى كيف تؤثر الجاذبية على الأجسام عندما تكون في حالة تذبذب، ويلخص **نيوتن** هذا قائلا:« يمكننا أنّ نجد عن طريق هذه الاقتراحات مقاومة جميع قوى الوسط عندما نعرف تذبذب البندول في الوسط »[2]، إذن هذا القول عند **نيوتن** هو أداة للوصول إلى قوانين حسابية دقيقة للحركة البندولية، كما يلخص لنا في هذا القسم أحد أهمّ القوانين، وهو قانون الحركة البندولية وكيفية حسابه، وبعبارة أخرى كل ما يريد أنّ يصل إليه نيوتن في هذا القسم هو الوقوف بشكل دقيق على أحد أهمّ المشاكل التي طرحت في ميكانيكا المواد وهي الحركات البندولية.

-2-4- ردّ نيوتن على الدوامات الديكارتية:

قبل أنّ نتطرق إلى ردّ **نيوتن** على **ديكارت** حول الدواما تTOURBILLON، يجب أولا أنّ نعرج إلى أهم الأفكار التي بني عليها **ديكارت** فيزيائيته، لتسهيل استخلاص موقف **نيوتن** منها وطبيعة ردّ" **رنيه ديكارت René Descartes (1596-1650)**"[*]عليه، هو الفيلسوف الذي سعى إلى توحيد المعرفة وإعادة صياغة الفلسفة من خلال دراسة معرفة عصره بمساعدة العقل والمنهج الشكي، حيث كان يسعى إلى تخليص الفلسفة والعلوم من المعتقدات الخاطئة واللاعقلانية، وإعادة بنائها على أساس رياضي وعقلاني، [3]وفي الحقيقة هذا هو المشروع الذي كان يحمله في كتابه مقالة الطريقة ففي بداية صفحات الكتاب، يقول:« على الرغم من الآراء التي تلقيتها حتى الآن في معتقدي، فلم يكن بإمكاني فعل شيء أفضل سوى إزالة هذه المعتقدات إلى وجهات نظر أخرى أفضل، فانتقلت بتلك الآراء

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre2**, op, cit, p, 222.
[2] -ibid, p, 223.

[3] - محمود أمين العالم، **فلسفة المصادفة**، دط، مكتبة الأسرة، مصر، 2003, ص، 88,

إلى مستوى عقلي »[1]، فالهدف من هذا القول هو التمييز بين الخطأ و الصواب عن طريق العقل، ثم تنظيم المعرفة، فيقول مرة أخرى: « كما أحتفظ بالترتيب اللازم للاستنتاج »[2]، فهذا رفض لكلّ ما هو غير عقلاني وكل ما يثبت الغيبيات هو ما يحفز **ديكارت** على خياراته الفلسفية ويبرر مبادئ تمثيله للعالم، هذا فيما يخص توجهه الفكري، أما في مجال الفيزياء يريد **ديكارت** تقديم تفسير عقلي للعالم الذي يظهر لهمن خلال تجربة الحواس فيقول : « من خلال كل هذا نحن نعرف العلاقة التي تربط نقاط الخط المنحني بكل نقاط الخط المستقيم، أي بالطريقة التي شرحتها من السهل أنّ نجد العلاقات بين جميع النقاط والخطوط الأخرى، ومن ثم معرفة الأقطار، والمحاور، والمراكز، والخطوط، والنقاط الأخرى، أين يكون لكل خط منحني علاقة خصوصية أبسط من غيرها، ولتخيل وسائل مختلفة لوصفها واختيار أبسطها حتى يكون بوسع أي واحد أنّ يجد كل شيء تقريبا يمكن تحديده فيما يتعلق بحجم المساحة، دون أنّ يكون من الضروري أنّ أقدم أي شرح أكثر »[3]، يستند تفسير **ديكارت** إلى فكرة رئيسية، إلى أنَ جوهر المادة هو الامتداد، أي ليس لها حدود وحجم، لا كبيرة ولا صغيرة، فبالنسبة له يصبح العالم مكان يمكن تفسيره بالهندسة، وبهذا يكون العالم متجانس **monde homogène**، نحن نرى أهمية الهندسة التحليلية **Géométrie analytique** لأنّ عملها هنا لا يقتصر فقط في تحديد نقطة مرجعية مع الحساب لبناء معلم معين، بل كونها أداة لقراءة العالم، ولذلك يكرس **ديكارت** جزء من أعماله للهندسة، واهتمامه بهذا الفرع من الرياضيات لا يخلو من عواقب على مفاهمية المادة للطبيعة، فهو يعتبر الفيزياء طريقة من نوع آخر للهندسة والتي تقترح شرح الظواهر، وبالمختصر المفيد فإنه يرى الفيزياء هي أيضا وسيلة أو شكل من الأشكال التي يمكن التعبير عنها هندسيا، كما أنّ هذه التبعية للهندسة تسمح له بإزالة كل الصفات التي نسبها **أرسطو** للمادة كالثقل والخفة،... للحفاظ فقط على

---

[1] - Rêne Descartes, **le discours de la méthode**, librairie ch Delagrave, paris, 1877, p,5.
[2] - ibid, p, 6.
[3] - René Descartes, **le principe de la philosophie**, édition Victor cousin, paris, 1824 tom3, p, 357.

الترتيب الهندسي كالامتداد في الطول والعرض والعمق [1]، حيث يرى: « أنّ نعرف طبيعة الجسم الذي نتناوله بشكل عام، لا يعني أنه صلب أو ثقيل، أو ملون ويمس حواسنا، ولكن من حيث إنه مادة ممتدة في الطول والعرض والعمق »[2]، فالخاصية الوحيدة للجسم عند **ديكارت** هي الامتداد؛ وبمعنى آخر يجب شرح جميع الصفات الأخرى ميكانيكيا، أما الحجم والشكل وترتيب هذه المواد فيتم شرحه هندسيا هذا من جهة، ومن جهة أخرى فالصفة الوحيدة للمادة هي الامتداد، فمن غير المعقول أنّ تكون مساحة صغيرة من المكان خالية من هذه المادة، فلو كان الأمر كذلك، لاشترك الفراغ –بنفس الصفة أي الامتداد– مع المادة وبالتالي يمكن أنّ نفهم من كل هذا أنّ الفراغ لا يمكن أنّ يُوجد، وباختصار فإنّ المادة الديكارتية تحدد بالامتداد وبهذا يمكننا أنّ نتحدث عن المادة الممتدة.

الحركة أحدّ أهم المواضيع التي اهتم بها **ديكارت** وجعلها شغله الشاغل في فيزيائه فيعرفها على أنها: « انتقال أجزاء المادة أو الجسم المحسوس عندما نلمسه على الفور، ويكون في حالة سكون بالنسبة للأجسام فيما بينها »[3]، كما يعد **ديكارت** الحركة هي القانون الأساسي للطبيعة حيث أنّه يفسر جميع الظواهر الفيزيائية والفسيولوجية انطلاقا من الحركة، كما تجدر الإشارة إلى أنّ **ديكارت** كان يستوحي من الآلات التي أنشأها الإنسان لتفسير آلية عمل الأجسام الطبيعية فيقول: « لقد ساعدتني الآلات التي أنشأها الإنسان لكي أدرك الفرق بين الآلات التي يصنعها الحرفيون والأجسام الطبيعة التي تشكلها الطبيعة بمفردها، باستثناء أنّ الآلات تعتمد فقط على ترتيب الأنابيب ونوابض معينة أو غيرها من الأدوات التي تتناسب مع أيدي أولائك الذين يصنعوها، بحيث تكون كبيرة ويمكن رؤية حركتها، في حين تكون الأجسام الطبيعية صغيرة ولا يمكن أنّ ندركها بحواسن ا»[4]، بمعنى آخر لا يوجد أي

---

[1] - Arnaud diner, Hervé Guillemin, **la mathématisions et la mécanisation du monde**, op, cit, p, 23.

[2] - René Descartes**, les principes de la philosophie**, op, cit,, p, 358.

[3]- Ibid, p, 140.

[4] - ibid, p, 519.

اختلاف بالنسبة **لديكارت** بين عمل الطبيعة والآلات الصناعية فكل منها يعمل وفق آلية منظمة، أمّا الاختلاف فهو بسيط حيث أنّ الآلات يمكن ملاحظتها بالعين المجردة، أمّا الأجسام الطبيعية فلا يمكن رؤية عملها، إذن وفق **ديكارت** يمكن أنّ نفسر تعقد الظواهر عن طريق الحوادث، فاختلاف حركة الأجسام هو ما دفعه إلى القول بمبدأ الحفاظ على الحركة الذي كان أول قانون في الطبيعة فيقول: « أنّ كل شيء يبقى في حالته، مادام لاشيء يغيره»[1]، فهذا القانون هو الذي يعبر بشكل عام عن الثبات الإلهي، فعلى سبيل المثال يحتفظ الجسم بشكله طالما لم يؤثر عليه أي سبب خارجي في حالة حركة الجسم، و يمثل هذا القانون في الحقيقة ما يسمى الآن بمبدأ القصور الذاتي، أي كل جسم متحرك أو ساكن يميل إلى الحفاظ على حالته في الحركة وما يسمى الآن بمبدأ القصور الذاتي، أي كل جسم متحرك أو ساكن يميل إلى الحفاظ على حالته في الحركة والسكون ومقاومة كل تغير في حالته، فإذا كان الجسم في حالة حركة، فإنه سيبقى في حالة حركة ومقاومة أي تأثير خارجي يغير من حالته، وإذا كان الجسم في حالة سكون فإنه مجبر أيضا على الحفاظ على حالته الساكنة ومقاومة أي مؤثر خارجي تغير في حالته، وهذا دائما وفقا لمبدأ القصور الذاتي[2]، و كتعقيب عن هذا فإن الاضطراب العام الناجم عن معادلة الحركة والسكون يستلزم بالضرورة تحويل فكرة القصور ذاتها، لأنّ الحركة تفقد مكانتها العملي ة للحصول على حالة السكون، لذلك يجب أنّ تتخذ مفهوم القصور الذاتي شكلا جيدا والمقاومة هي الشكل الجديد[3]، أنّ صياغة قانون مبدأ الحفاظ على الحركة المستقيمة يلزم عنه شرح القانون الثاني للطبيعة، فكل جسم يتحرك يميل إلى حركته في خط مستقيم فيقول: « القانون الثاني الذي لاحظته في الطبيعة هو أنّ كل جزء من المادة لا يميل إلى مواصلة التحرك بعد ذلك في

[1]-René Descartes, **les principes de la philosophie**, op, cit, p, 152.

[2] - Sébastien viscardy, **sciences du mouvement de René Descartes**, revue de ciel et terre, vol 140, Belgique, 2014, p, 16.

[3]-René Descartes, **les principes de la philosophie**, op, cit, p, 16.

خط منحني، ولكن في خطوط مستقيمة، على الرغم من أنّ العديد من الأجزاء تجبرها على الابتعاد لأنهم يلتقون بالأجزاء الأخرى في طريقهم وعندما يتحرك الجسم يكون على شكل منحنى تجبرها على الابتعاد لأنهم يلتقون بالأجزاء الأخرى في طريقهم عندما يتحرك الجسم ليكون على شكل دائرة أو حلقة من كل مادة التي يتم نقلها معا »[1]، كما يؤكد ذلك من خلال القول التالي:« إنّ هذه القاعدة مثل السابقة، فقانون الطبيعة الأول يعتمد على أنّ الله غير قابل للتغيير وأنّه يحافظ على هذه الحركة من خلال عملية بسيطة للغاية »[2]، فعكس **أفلاطون وأرسطو** وحتى **غاليلي** الذين يرون في الدائرة هي الشكل المثالي، فـ **ديكارت** يعتبر أنّ الخط المستقيم أفضل الأشكال عن الدائرة **Cercle** التي تعتبر شكل منحني **COURBE** وليست خط مستقيم، كما يحافظ الجسم على حركته طول الخط المستقيم ويحافظ على نفس الاتجاه، لذلك فهي أبسط من حركة الدائرة **Mouvement de cercle** التي يتغير اتجاهها في كل نقطة**Point**، ويوضح **ديكارت** هذا القانون بأخذ مثال على حيز، بحيث أنّ حركة الدائرة في جبل تخرج منه بشكل مستقيم وليس على شكل حركة دائرة، ففي عالمه يسمح **ديكارت** باللعب على الكلمات من خلال الحديث عن الحركة المستقيمة لأنّ الله حسب رأيه يعمل وفقا لهذه القاعدة أي الاستقامة فيقول: « لذلك وفقا لهذه القاعدة يجب أنّ يقال أنّ الله وحده هو حكمة هذه الحركات في العالم، كما هي مستقيمة، ولكن التحريفات المختلفة للمادة هي التي تجعلها غير منتظمة ومنحنية كما علّمنا اللاهوتيين، أنّ الله هو أيضا حكمة كل أفعالنا كما هي، وهذه التحريفات من إرادتنا هي التي تجعل الحركة شريرة »[3]، فكثيرا ما يقحم **ديكارت** الله في تفسير كل حوادث العالم بميتفيزيقاه، وهذا هو الشيء الملاحظ في تفسيره القانون الثاني للطبيعة، فانطلاقا من الحكمة الإلهية يفسر هذا القانون، ويرى أنّ محافظة الجسم على الحركة المستقيمة يرجع إلى الله، أما الحركة المنحنية فهي نتيجة لتشويش عليها من إرادتنا،

---

[1]- René Descartes**,** **les principes de la philosophie**, op, cit,, 154.

[2] - ibid, p 47.

[3] - Sébastien viscardy, **sciences des mouvement de Descartes**, op, cit, p, 17.

أما القانون الثالث للطبيعة ينص على أنه:« إذا كان الجسم الذي يتحرك و يواجه جسما آخرا لديه قوة أقل لمواصلة التحرك في خط مستقيم من الجسم الآخر بسبب المقاومة فإنه يفقد عزمه دون أنّ يفقد حركته، و إذا كان لديه قوة أكبر فإنّه يتحرك مع الجسم الآخر حتى يفقد قدرته على الحركة ويعطيها للجسم الآخر »[1]، هنا تكمن المشكلة، ففي هذا القول يبدو أنّ **ديكارت** مزال مشبع بالفكرة الأرسطية التي مفادها أنّ أي جسم في حالة سكون يتجاوز علة الحركة ومقاومة هذه الحركة، لكنّ هذا هو سبب أخطاء **ديكارت** عندما يتتبع سبع قواعد للتأثير بين جسمين لأنّ كل هذه القواعد كاذبة وغير مستقيمة، ويظهر هذا التوافق بشكل أكثر وضوحا في القاعدتين " 4 و 5" عندما يضرب الجسم "ب" بالجسم "د" بقوى أكبر وفي حالة السكون فإن الجسم يرتد مع الحفاظ على حركته الأولية مع ترك الجسم "ج" في حالة سكون، والعكس من ذلك عندما يكون الجسم في حالة سكون والجسم "ج" يتحرك فإن الجسم "ب" يضعف بعد التأثير عليه من طرف الجسم "ج"، فهذه النتيجة توضح بشكل، وفي ما ينقصنا هو مبدأ النسبية في الحركة ومن خلاله تصبح نسبية الحركة بشكل صحيح، ولفهم هذه المسالة بشكل أفضل [2]، وجب أنّ نناقش مع **ديكارت** ماذا يعني بالحركة وفقا للاستخدام العام فيقول:« فالحركة ليست سوى فعل ينتقل بها الجسم من مكان إلى مكان آخر... »[3]، فانطلاقا من قوانينه الثلاثة يصل **ديكارت** إلى التعريف الصحيح للحركة، وبحسب نظره هي فعل انتقال الأجسام من مكان إلى مكان آخر، كما يقلل حركة الجسم إلى إزاحته بالنسبة للأجسام المجاورة لها كنقطة مرجعية لتعريف الحركة، حيث أنّ المفهوم الأخير لا يختلف اختلافا كبيرا عن مفهوم المكان بالمفهوم الأرسطي وهي السطح المحيط بالجسم [4]، فهذا التصور الغريب للحركة هو نتيجة حتمية لربط الفيزيا ء بالهندسة، فكل استنتاجا ت **ديكارت**

[1] -René Descartes**, les principes de la philosophie** , op, cit, p, 155.
[2] - Sébastien viscardy, **sciences du mouvement du Descartes**, op, cit,, p, 18.
[3] - René Descartes, **les principes de la philosophie**, op, cit, p, 75.
[4] - Sébastien viscardy, **sciences des mouvement de Descartes**, op, cit, p, 18.

تقوم على المفهوم الأول للحركة حسب الاستخدام الشائع، إلا عندما يتعلق الأمر بالحديث عن حركة الأرض. يبدو أيضا أنّ قواعد الحركات والتصادمات ليست صحيحة أو متوافقة مع الطبيعة لذلك يستحيل عليه تطوير فيزياء كمية تستند إلى القوانين الطبيعية المحددة في كتاب **المبادئ الفلسفية**، لكنّ **ديكارت** تغلب على هذه الصعوبة من خلال: « الفرضية التي تبسط الأمور وتجعلها أكثر ملائمة هي التي من خلالها نعرف الظواهر وبقدرٍ ما تسهل علينا البحث عن العلل الطبيعية »[1]، فانطلاقا من هذه الفرضية يشير **ديكارت** إلى فكرة مهمة وربما تكون هذه الفرضية سوى نظرية الدوامات.

يستبعد التصور الديكارتي للمادة وجود الفراغ، ولو وجد الفراغ يصبح له نفس الخاصية للمادة، لذلك هناك عدة أسئلة تطرح نفسها وهي كيف يمكن تصور الحركة في المكان الممتلئ؟ وكيف يمكن لجزيئات مكدسة فوق بعضها البعض لدرجة أنها لا تترك مكان صغير غير مشغول أنّ تتحرك؟ وبعبارة أخرى كيف يمكن لحركة الأجسام أنّ تحدث دون أنّ تترك فراغات في نفس الوقت؟ يبدو للوهلة الأولى أنها صعوبة كبيرة لكنّ لا يمكن البقاء بدون تفسير عند **ديكارت** فحسب هذا الأخير فإنه من الممكن تماما تجنب شكل الفراغ، لذلك يرى أنّ كل الحركات في الطبيعة تتم وفقا لأشكال مغلقة وبهذه الطريقة عندما يتحرك الجسم ينتقل إلى المكان الذي يشغله الجسم الثاني، كما أنّ الجسم الثاني يطرد الجسم الثالث من مكانه، وبنفس العملية يقوم الجسم الثالث بطرد الجسم الأول من مكانه ويشغله [2]، يقول في هذا الصدد: « وبهذا لا يمكن أنّ نعطي أي فرصة للفراغ أنّ يتشكل... »[3]، فهذه الحجة توضح آلية عمل الدوامات.

---

[1]- René Descartes, **les principes de la philosophie ,** op, cit, p, 94.

[2] - Sébastien viscardy, **système du monde de Descartes, la théorie des tourbillons**, revue de terre ciel, vol 130, 2014, p, 106.

[3] - René Descartes, **les principes de la philosophie**, op, cit, p, 19.

إن أي منطقة من الكواكب يجب أنّ تحتوي على فضاء بين الكواكب في جميع أجزائه على مادة يفترضها **ديكارت** على أنها سائلة، ومن بين خصوصية هذه المادة هي عدم ممارسة أي مقاومة لحركة الأجسام التي تحتوى عليها فيقول: « أنّ أجزاء الأجسام السائلة يعطى لها مكان بسهولة بحيث لا تقوم أبدا عندما تتقابل، وأنه لا يوجد أي تفسير آخر »[1]، فحسب الفرضية هذه يستحيل شرح الظواهر المرصودة، كما يبدو أيضا أنّ علماء الفلك في عصره يعزون هذه الخاصية للسماء، وعموما فإنّهم يعتبرون السماء فارغة، وخالية من أيّ مادة قادرة على نقل الأجسام التي تحتوى على هذه المادة، وإلى جانب حقيقة أنّ الفراغ لا يمكن أنّ يوجد في الطبيعة، فإنه يشير إلى اهتمام الفلكيين بالسوائل بحيث وصل بهم الأمر إلى عدم التمييز بين الأجسام إلا عن طريق الكمية، وما يميز السوائل في الحقيقة هو قدرة الأجزاء المكونة للمادة من التحرك في جميع الاتّجاهات بحيث لا تتداخل عند مرور جسم آخر عندما تتحرك في نفس الاتّجاه، كما أنّه من بين خصائص المادة السائلة أنها ثابتة، يتعامل **ديكارت** مع ظاهرة عادية جدا وهي حركة الدواما ت في الأنهار، ففي الواقع يلاحظ الجميع أنّ الدوامات التي تسببها الطرق الالتفافية العديدة على طول الشاطئ تولد في كثير من الأحيان الدوامات[2]، أو كما يقول: « فعندما تكون الأجسام الخفيفة مثل قطع صغيرة من الخشب أو خيوط من القش تطفو على سطح هذه الأمواج المضطربة، ويتم حملها بعيدا بواسطة الماء القابل للطي على نفسه فإنّه يشكل دوائر، ففي بعض الأحيان تقترب الأجسام الخفيفة التي تحملها الدوامة من المركز، وأحيانا تبعدها عن المركز، حتى لا تظلّ على بعد مسافة متساوية من المركز، و بالإضافة إلى ذلك نجد أنّ الأجسام القريبة من إكمال دورة كاملة في زمن أقل من الأجسام البعيدة »[3]، هذه الفقرة تلخص لنا كيف وصل **ديكارت** إلى فكرة الدوامات، وانطلاقا من هذه الفكرة استطاع تقديم حلّ لمشكلة الحركة الدائرية، لذلك يجد

---

[1] - René Descartes, **les principes de la philosophie**, op, cit,, p, 112.

[2] - Sébastien viscardy, **système du monde de Descartes, la théorie des tourbillons**, op, cit, p, 107.

[3] - René Descartes, **les principes de la philosophie** , op, cit, pp, 115-116.

أهمية كبيرة في هذه الظاهرة المعروفة للجميع على افتراض وجود دوامة عملاقة تحتل فيها الشمس المركز، لذلك يقترح آلية مماثلة قادرة على الأقل شرح حركة الكواكب وخصائصها الرئيسية، ففي الواقع أنّ الأجرام السماوية التي من المفترض أنّ تدور في نفس الاتجاه حول الشمس تبتعد عنهم وبالتالي هي سبب دورانها، مثل الزوبعة التي تدور حول خيوط القش في دروب الأنهار، تشير الطبيعة المتغيرة لنظام دوران الأرض والكواكب إضافة إلى الأجسام الموجودة على سطح الماء لا تتبع دوائر مستديرة تماما، لأنّ القياس يقدم تفسيرات لفترات دوران الكواكب المختلفة فإذا كان عطارد يدور حول الشمس بشكل أسرع من كوكب الزهرة فان كوكب الزهرة يدور أسرع من الأرض، فذلك لأنه قريب من مركز الدوامة، لقد ساعدت حركة الدوامات في الأنهار **ديكارت** على تطبيقها في الحركات السماوية، وتقديم تفسير كامل لمختلف الظواهر الطبيعية وبناء فيزياء أقل ما يقال عنها أنها علمية ودقيقة، كما أنّ هذه المقارنة تسمح له بالمضي قدما إلى أبعد من ذلك، ففي دوامات الأنهار يمكن أنّ تتشكل أيضا دوامات أصغر منها تتبع مجرى الأنهار الكبيرة بنفس الطريقة، يتخيل **ديكارت** أنّ الأرض والمشترى هما في وسط دوامات تجرى حول الأقمار، كما أنّ الأقمار الغاليلية تجري هي الأخرى حول الكواكب، فبعد استخدام هذا القياس فقد جنبه العديد من الاستدلالات المعقدة التي كان من الممكن أنّ يواجهها بناء على معطيات الطبيعة الدقيقة بهذه الدوامات[1]، واستنادا إلى المبادئ المحددة سابقا، وبناء من كل هذا تمكن **ديكارت** من بناء نظرية توضيحية لحركات الكواكب بدءًا بالقوانين التي تحكم الأجزاء الصغيرة التي تشكل المادة السماوية والأجسام التي تحملها في الحركة.

إنّ تفسير العالم بالدوامات في العمل العلمي الذي قام به **ديكارت** تم رفضه بالفعل من طرف **نيوتن** في كتابه **المبادئ** فالكتاب الثاني هو عبارة عن دحض لكل الفيزياء الديكارتية فيقول:« إذا تم تدوير كرة صلبة في حركة موحدة حول محور معين الموضوع في سائل

[1] - Sébastien viscardy, **le système du monde de Descartes, la théorie des tourbillons**, op, cit, p, 108.

متجانس وغير متناهي، فإن السائل يدور بهذا الدافع، وأن كل جزء من هذا السائل مستمر في حركته، فالزمن الدوري لأجزاء السائل تشبه مربع المسافة في وسط الكرة »[1]، ومن خلال هذا العمل يقوم **نيوتن** بمقارنة نظريته بنتائج **كبلر** فيقول: « من المؤكد أنّ ملاحظة الزمن الدوري للكواكب التي تدور حول كوكب المشترى ترجع إلى محدودية المسافة في وسط هذا الكوكب، وتحدث نفس القاعدة بالنسبة للكواكب التي تدور حول الشمس... ولكن إذا تم نقل الكواكب التي تدور حول كوكب المشترى والشمس بواسطة الدواما ت، فيجب أنّ ترى هذه الدوامات نفس القانون أثناء الدوران ولكن تضاعف الزمن الدوري لجزيئات الدواما ت، بسبب مسافتها في مركز الحركة، فبهذا التفسير لا يمكن الوصول إلى أي نتيجة، ما لم تكن مادة الدوامات أكثر مرونة وتتحرك بعيدا عن المركز والمقاومة الناتجة عن عدم وجود ترتيب لأجزاء السائل تزيد من خلال زيادة السرعة التي يتم بها فصل أجزاء السائل عن بعضها البعض وهذا هو السبب الذي أدى إلى زيادة السرعة»[2]، لقد أظهر هذا الاعتراض عدم توافق قانون **كبلر** الثاني مع مفهوم الدواما ت الذي هو محور الفيزياء الديكارتية **Physique cartésienne**، و يوضح **نيوتن** ذلك فيقول: « إنّ الأجسام التي تحملها الدواما ت والتي تدخل مداراتها في ذاتها، تكون بنفس كثافة هذه الدواما ت فيما يتعلق بالسرعة والاتجاه »[3]، كما يجد حجّة جديدة ضد هذه الدوامات فيقول:« لذلك من المؤكد أنّ الكواكب لا يتم انتقالها بواسطة الدواما ت، هذا فيما يخص الكواكب التي تدور حول الشمس، وفقا لفرضية **كوبرنيقوس** تقوم بانتقالها في القطع الناقص التي توجد الشمس في أحد بؤرتيها، وهي تعتبر مناطق متناسبة مع الزمن لأنّ جزيئات الدواما ت لا يمكن أنّ تتحرك هكذا [4]، إذا **نيوتن** يبقي على إصراره حول عدم توافق الدواما ت والملاحظات الفلكية **Observations**

[1] - Isaac Newton, **principes mathématique de la philosophie naturel livre2**, op, cit, p, 416.
[2]- Ibid, p, 423.
[3]- ibid, p, 424.
[4] - Ibid, p, 426.

astronomiques، وفي الأخير يستنتج بأنّ فرضية الدواما ت خاطئة ولا تصلح لتفسير جميع الظواهر الفلكية، كما تبدو أنها مزعجة أكثر من تفسيرها »[1]، فيستمر في رفضه المطلق لنظرية الدوامات وخاصة في تفسير الكواكب. كما يكرر اعتراضه في بداية الكتاب الثالث فيقول: « تحدثنا عن الكواكب من أجل أنّ تكون الأزمنة الدورية للكواكب ترجع إلى مدى مسافتها عن الشمس سيكون من الضروري للأوقات الدورية للكواكب أنّ تكون مسافتها متناسبة مع الشمس، ولذلك يجب أنّ يكون الزمن الدوري لجزيئات الدواما ت يرجع إلى مدى مسافتها من هذا النجم»[2]، ويصف قانون **كبلر** الثاني بمايلي:« من أجل وصف كل الكواكب للمناطق حول الشمس بما يتناسب مع الزمن، يجب مضاعفة الأزمنة الدورية لجزيئات الدوامات بواسطة مسافتها من الشمس »[3]، فيستحيل منطقيا التوفيق بين هذه القوانين والقانون الثاني للحركة، وصعوبة أخرى تتعلق بالاضطرابا ت المتبادلة التي تحدثها في الحركات وخاصة بين الدواما ت الشمسية **Tourbillons solaires** والدواما ت الكوكبية**Tourbillons planétaires**، كما تقدم المذنبات **Comètes** اعتراض أخر فيقول:« المذنبات لها حركة منتظمة للغاية، وتتبع في دورانها نفس القوانين التي تتبعها الكواكب، وبالطبع لا يمكن تفسيرها بواسطة الدواما ت، لأنّ المذنبات يتمّ نقلها بواسطة حركات غريبة في جميع أنحاء السماء، وهو مالا يمكن القيام به ما لم نتخل عن الدوامات»[4]، فالدوامات عائق في حركات المذنبات التي تتميز بانتظام حركتها، ثم يضيف إلى ذلك فيقول: « وبهذا النوع من الحركات تجتاز المذنبات بسرعة كبيرة وسهولة تامة الأجرام السماوية، كما يقودنا هذا الاستنتاج إلى أنّ هذه الأجرام السماوية، لا يمكن اجتيازها بواسطة الدوامات، وفي حالة وجودها سيجلب لها مقاومة حتى لا يمكن التوفيق بينها وبين

---

[1] - Isaac Newton, **principes mathématique de la philosophie naturel livre2**, op, cit, , p, 427.

[2] - Isaac newton**, principe mathématique de la philosophie naturel liver3**, par feue madame la marquise de chatstellet, édition Gaby jacques, paris 1990, p, 626.

[3]- ibid, p, 626.

[4]- ibid, p, 627.

الظواهر، لهذا السبب نعتقد أنّ الأمكنة السماوية يجب أنّ تكون فارغة بالضرورة لأنّ الكواكب والمذنبات لا تخضع لأي تناقض ملحوظ في حركتهم »[1]، أنّ رفض **نيوتن** للدوامات أدى به بالضرورة إلى رفض فكرة عدم وجود الفراغ، فهو إذن عكس **ديكارت** الذي ينفيه ووجود الدوامات دليل على الحركة السماوية، أما **نيوتن** فهو يعترف بوجود الفراغ لأنّ الفراغ يسهل حركة انتقال الأجسام السماوية، وهو في الحقيقة ما ساعده على حلّ لغز الحركات السماوية، وإيجاد علة لتفسير هذه الظواهر والتي سوف نتحدث عنها لاحقا بأكثر تفصيل ودقة.

3- قانون الجاذبية العامة:

3-1- **دراسة نظام الكون:** إنَ المتأمل في الكتاب الثالث يجده في حقيقة الأمر بأنَه وصف لنظام الكون (**Système d'univers**)، وهو أول عمل يطور النظريات الأساسية للميكانيكا العقلانية، ويفترض وجود أمكنة حرة وفارغة، والكتاب نفسه لا ينقسم إلى أقسام مثل الكتابين الأول والثاني، وإنما الغرض منه هو تطبيق النتائج الرياضية التي يتم الحصول عليها مسبقا على جميع الظواهر السماوية والأرضية، كحركة الكواكب والمذنبات والمد والجزر من خلال وضع انعكاساته ا في قانون الجاذبية العامة [2]، ففي بداية الكتاب أعلن **نيوتن** عن نوويا هبعد أن قدم عذرا شبه كامل لمعاملاته الرياضية لقوانين الطبيعة فيقول: « لقد تعاملت أولا مع موضوع هذا الكتاب الثالث، بحيث يكون في متناول الجميع، ولكن خوفا من الذين لا يريدون ترك أحكامهم القديمة لأنهم كانوا يشعرون بنفور من استخلاص المبادئ، بسبب رغبتهم في تأمل المقترحات، بما فيه الكفاية، لأني كتبت هذا الكتاب في العديد من المقترحات بما فيه الكافية للمقترحات التي قدمتها في الكتب السابقة، كما أني كتبت هذا الكتاب في العديد من المقترحات وفقا لعلماء الرياضيات، أما بالنسبة لأولئك الذين

[1]- Isaac Newton, **principes mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p, 627.

[2] - Michel Patty**, newton Isaac**, encyclopédie universel, britannique, 12, 1995, pp, 8-9

قرؤوا أول الكتابين أقول لهم أنَ هذا الكتاب الثالث مخصص لهم، ونظرا لوجود العديد من المقترحات في أول الكتابين يمكن أنَ توقفهم لفترات طويلة، فلذلك علماء الرياضيات ليس مطالبين بقراءة هذين الكتابين الأولين بالكامل، لأنَه سوف يكون كافيا لهم أن يقرؤوا باهتمام الأقسام الثلاثة الأولى من الكتاب الأول، ويمكنهم الانتقال بعد ذلك إلى الكتاب الثالث، الذي يتناول التعريف وقوانين نظام الكون والحرص فقط على الرجوع إلى المقترحات الأخرى من الكتابين الأولين عندما يعثرون عليها مقتبسة لأنهم سيحتاجون إليها »[1]، ففي هذا القول دعوة صريحة إلى الاهتمام بالجانب الرياضي لنظام الكون بعدما كان اهتمامه منصبا على صياغة الأسس الفلسفية لنظام الكون، كما يتجه إلى تطبيق هذه الأسس على شكل قوالب رياضية، كما هي دعوة أيضا لدراسة الطبيعة دراسة فلسفية وفيزيائية وميكانيكية، كما يتبع هذه المقدمة التمهيدية بمجموعة من القواعد الواجب إتباعها في دراسة الطبيعة، فالقاعدة الأولى تنص على أنه: « يجب أن نهتم بالعلل الضرورية لشرح الظواهر »[2]، القاعدة الثانية:«يجب أن تكون النتائج دائما هي نفسها وتعود دائما إلى نفس العلل »[3]، القاعدة الثالثة:« يجب اعتبار خصائص الأجسام التي لا تكون عرضة إلى الزيادة أو النقصان، تنتمي إلى جميع الأجسام التي يمكن إجراء تجارب عليها، وتكون أيضا ذات صلة بجميع الأجسام وبشكل عام»[4]، القاعدة الرابعة:« في الفلسفة التجريبية يجب اعتبار المقترحات التي يتم استنباطها على الرغم من فرضيات مخالفة لها تماما أو شبه صحيحة إلى أن تؤكدها بعض الظواهر الأخرى أو أنها تخضع لها مع بعض الاستثناءات »[5]، فكل هذه القواعد تكشف عن النهج الاستقرائي الذي ينتهجه **نيوتن** في فلسفته الطبيعية، كما يتبع هذه القواعد بحقائق تجريبيه بمثابة الأساس للاقتراحات النظرية التي تليها، فيقول في الظاهرة الأولى: «

---

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver3**, op, cit, pp, 469- 470.
[2] - ibid, p, 471.
[3] - ibid, p, 471.
[4] - ibid, p, 471.
[5] - ibid, p, 473.

تدور أقمار المشترى على الكواكب الأخرى بأبعاد متناسبة مع الزمن، وأزمانها القريبة على افتراض أنَ النجوم الثابتة في حالة سكون ترجع إلى مسافتها في وسط هذه الكواكب »[1]، فهي تعرض نتائج الرصد الخاصة بالكواكب وكوكب المشتري، ويظهر أنَها تتبع قانون **كبلر** الثاني والثالث، أما الظاهرة الثانية والتي تنص على « دوران كوكب زحل حول مناطق الكواكب تتناسب مع الزمن، وأزمنتها تشبه أقطارها، بافتراض أنَ النجوم ثابتة وتكون في حالة سكون كما ترجع إلى مسافات وسط زحل »[2]، فنتائج الظاهرة الثانية تتطابق مع نتائج الظاهرة الأولى، أما الظاهرة الثالثة والتي تنص على أنَ: « الكواكب الخمسة الرئيسية عطارد والزهرة، والمريخ والمشترى وزحل تطوق الشمس في الأجرام السماوية »[3]، هذه الظاهرة تتحدث عن حركة الكواكب، أما الظاهرة الرابعة والتي تنص على أنَ: « الأزمان الدورية للكواكب الرئيسية حول الشمس والأرض المحيطة حول الشمس أو الشمس حول الأرض على افتراض أنَ النجوم ثابتة، وفي حالة سكون ترجع ترددها إلى متوسط المسافة للشمس »[4]، فتشير هذه الظاهرة إلى قانون **كبلر** الثالث، أما الظاهرة الخامسة والتي تنص على أنَه « إذا أخذنا الأرض كمركز لدوران الكوكب الرئيسي ة، فإنَ المناطق التي تصفها تكون متناسبة مع الأرض، ولكن إذا نظرنا إلى الشمس باعتبارها مركز الحركة فسوف نجد مناطقها متناسبة»[5]، فتحدد هذه الظاهرة مزايا نظام مركز الشمس **soleil centre** على حساب مركزية الأرض **Géocentrisme** والتي كانت سببا في خطأ الكثير من الحسابات الفلكية وبسبب اعتماد السابقين على مركزية الأرض، أما الظاهرة الأخيرة والتي تنص على أنَ: « دوران القمر حول الأرض يكون متناسب مع الزمن »[6]، فهذه الظاهرة تتعلق بحركة القمر كما

---

[1] -Isaac Newton, **principes mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit,p, 474.
[2] -ibid, p, 475.
[3] - ibid, p, 476.
[4] - ibid, p, 477.
[5] - ibid, p, 478.
[6] - Isaac Newton, **principes mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p,479.

كما يعلق **نيوتن** على ذلك بأنَ حركة القمر في الواقع مزعجة بعض الشيء من فعل الشمس، لكنه في هذه المرحلة بالذات يهمل هذه الحسابات والتي سوف تؤثر على عمله فيما بعد، لذلك تجنب الحديث عن هذه الأخطاء.

قبل أن نتبع مسار ظهور الجاذبية عند نيوتن سوف نعرج على فكرة مهمة، وهي أنَ الجاذبية العامة تعود في الأصل إلى **روبرت هووك Robert Hooke(1635-1703م*)** وهو ما نقرأه من خلال هذه الرسالة الذي قدمها **هووك** إلى الجمعية الملكية البريطانيةة سنة 1669م، عندما رأى اهتمام **نيوتن** في الجاذبية العامة فيقول: « من المسلم به أنَ جميع الأجرام السماوية أيا كانت لديها قوة جذب، أو جاذبية نحو مركزها الخاص بها، والتي لا تجذب فقط الأجزاء المختلفة للأجسام، ولكنها أيضا تجذب جميع الأجرام السماوية الأخرى الموجودة في مجال الجذب، فلذلك ليس فقط للشمس والقمر تأثيرا على حركة الأرض، ولكن حتى عطارد المريخ وزحل والمشترى من خلال قوات الجذب الخاصة بهما، لهما تأثير كبير على حركات الأرض، وبنفس الطريقة فإنَ لقوة الجاذبية المقابلة للأرض تأثيرا كبيرا على كل من حركتها، والافتراض الثاني هو أنَ جميع الأجسام مهما كانت بمجرد جرها إلى حركة مباشرة وبسيطة ستواصل التحرك في خط مستقيم، حتى تقوم القوى الفعالة الأخرى بتحويلها إلى حركة واحدة دائرية، أو على شكل قطع ناقص أو على شكل خطوط أكثر تعقيدا، والافتراض الثالث هو أن تكون قوى الجاذبية هذه أكثر قوة، حيث الجسم الذي تعمل عليه يكون أقرب إلى مركزها، ثم ما أقوم بي هـحتى الآن هو التحقق من إعادة جميع الحركات السماوية إلى قوانين أكيدة، وبدون ذلك أشك كثيرا في أننَا يمكن أن ننجح في ذلك من أي وقت مضى، ومن يفهم طبيعة البندول الدائري، والحركة الدائرية سيفهم بسهولة كل شيء يقوم عليه هذا المبدأ، وسيعرف أين يجد الطريقة في الطبيعة للحصول على فهم حقيقي، أجرأ على أن أتعهد للشخص الذي سيتولى هذه المهمة بأنَه سوف يكشف جميع الحركات العظيمة

.

في العالم بتأثير هذا المبدأ، وأنَ الفهم الحقيقي لهذا المبدأ سيكون الكمال الحقيقي لعلم الفلك»[1]، فلا يسعنا إلا أن نعبر بوضوح عن هذه الصيغة بمبدأ الجاذبية العامة، ويوضح أنَ هذه الفكرة هي أكثر تأثيرا لأنها تمارس على مسافة أقصر، أما عن شكل هذا الاعتماد المكاني يعترف بأنه لم يحدد تجريبيا لتفسير نوعي لحركة الكواكب، فهو يطرح فكرة مشهورة للغاية وهي كيف تكون الحركات؟، فيرى أنَ قوى الجاذبية التي تحدثها الشمس وتمارس تباينا في السرعة الشعاعية والتي بموجبها للسرعة العرضية للكواكب في مداره، ومن خلال هذا التكوين يتم إنشاء مسار الخط المنحني، صحيح أن **هووك** لا يتمتع بالمهارات الرياضية التي تسمح له بإضفاء الطابع العلمي على أفكاره [2]، وهو العيب الذي فتح المجال أمام النقاد لأنَ أفكاره تستند إلى ملاحظة التجارب الميكانيكية البسيطة، التي فهمها تتماثل مع حركة الكواكب، والتي تعكس معانيها الفيزيائية العميقة.

3-2- حسابات نيوتن حول الجاذبية:

يشرح **نيوتن** كل هذا في الكتاب الثالث أين عمل على إظهار العلاقة بين تسارع الجاذبية **Accélération gravitationnelle**، وتسارع القمر والكواكب **Accélération planétaire** فكتب يقول: « ينجذب القمر نحو الأرض وينجذب القمر نحو الأرض بقوة جاذبية يتم من خلالها إزالة استمراره في حركة مستقيمة ليحافظ على مداره»[3]، أي لولا جاذبية الأرض للقمر فإنّه سوف يأخذ الحركة المستقيمة ولا يكون مداره دائري وعن طريق جاذبية الأرض **Pesanteur** دائما يبقى القمر محافظا على هذا المدار، وقبل هذا قد سبق وأن قال: « إنَ القوى التي تحافظ على القمر في مداره تميل نحو الأرض،

---

1 - Roberte Hooke, **le mouvement de la terre**, cite par Emilie la marques de châtelet, in livre **commentaire des principes mathématique de la philosophie naturel de m, newton**, chez disaient et saillant et lembret, paris, 1759, pp, 9-10.

2 - Jean-Pierre Romagne, **Roberte Hooke et Isaac newton**, laboratoire physique de la matières - Isaac newton, condensée, umr 7336, université Sophia Antipolis, parc vol rose , 06108 Nice cedex2, p 21..

3- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver3**, op, cit, p, 481.

وتكون بسبب تناسب مربع المسافة من القمر إلى مركز الأرض »[1]، انطلاقا من هذا تمكن من صياغة دليله على صحة قانون الجاذبية العامة **Loi de l'attraction générale** من خلال مدار القمر، كما يسبق هذا إفترضان موضوعهما الجاذبية العامة والذي ينص على أنَ:« القوى التي يتم من خلالها سحب أقمار كوكب المشترى بشكل دائم من الحركة المستقيمة والاحتفاظ بها في مداراتها، تميل إلى مركز المشتري ويتم تربيعها بالمثل كمسافتها إلى المركز »[2]، ولتأكيد وإثبات كل هذا نجد أنّه يستعين بالظاهرة رقم واحد من بداية الكتاب الثالث والتي تصف نظام المشتري، لأنه يربط الحركة وفقا لقانون المناطق **لكبلر** بوجود قوة مركزية، ويقول في هذا أنَ: « القوى التي يتم بها حساب الكواكب الرئيسي ة بشكل دائم من الحركة المستقيمة ويحتفظ في مدراتها، بحيث تميل إلى الشمس وتشبه مربع مسافتها إلى المركز»[3]، وهو عبارة عن استنتاج من النظرية الثانية ومن مكاسب النظرية السابقة لنظام الكواكب، وهو إشارة أيضا من نيوتن إلى الظاهرة رقم 5، والتي تفترض توافق قانون المناطق مع حركة الكواكب حول الشمس.

لإثبات قانون الجاذبية العامة يستخدم في ذلك سرعة مدارات الكواكب فيقول في ذلك:« فلطالما انحرفت الكواكب عن هذا القانون، فإن الحركة المنحنية ستكون ملحوظة في كل دورة، وستصبح كبيرة للغاية في العديد من الدورات>>[4]، سوف نعود إلى هذه المسالة من خلال مناقشته الجذب والحركة البطيئة للقمر **ralenti lune** ، وهو ما نجده في هذا المثال فيقول:« في الجسم الذي يصف مدار متحركا يعود إلى نفس اتجاه الخط الجانبي بعد دوران **M**، بينما ينتقل الجسم **N**، مرة في المدار الذي يعتبر ثابتا، ويحدد القوة المركزية في حالة اختلاف المدرات قليلا عن المدار الدائري ب: $\mathbf{FC=R^{n2}/m^{2-3}}$، ففي حالة القمر إذن لدينا،

---

[1]- ibid, p, 480.

[2] - Isaac Newton, **principes mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit , p, 480.

[3] - ibid, p, 480.

[4] - ibid, p, 476.

$N/M=360/363=120/121$ لأن: $n^2/m^2= \ 29523/14641 \ =2.4/243$

وبالتالي يصبح قانون الجاذبية: $R^{-2-4}/243=r^{-2.1065}$، فيلاحظ أن هذا القانون سوف يكون أكبر بقليل بسبب ضعف عكس المسافة ولكنه يقترب أكثر من $59.3/4$ أجزاء من الضعف مقارنة بضعفيهما، وبما أنَ اختلاف القوة عن تلك التي ستكون بالضبط في ترتيب عكس المربع يأتي من حركة الشمس »[1]، فهذا في الحقيقة الاحتمال الأول في إيجاد قوة الجاذبية العامة، أما الاحتمال الثاني يتمثل في إيجاد قوة تسبب تأثير مد الشمس، وهنا يفترض أنَ تأثير مد الشمس يمكن أن يكون قوة متناسبة مع المسافة لذا فإنَ مجموع قوى الجاذبية سيكون على الشكل التالي: « $FC=r^{-2}-Cr$، ومع تحديد ثابت c، تنتج القوة زاوية دوران $180^0.1-c/1-4c=180^0(1+3/2c)$، ومن خلال هذا الحساب وجد **نيوتن** أنَ خط النصف الدائري للقمر هو: $1^0/31^{.}/28^{..}$، خلال فترة زمنية، ويستنتج أيضا أنَ هذه القيمة هي نصف حركة دائرية للقمر »[2]، إذن هذه القيمة اكبر من القيمة $C=1000/35745$، لذلك يقول: « إنَ القوة المركزية للقمر هي من 2 إلى 357.45 بالتقريب أو من 1 إلى 40/178.29، ومن خلال إهمال حركة الشمس الصغيرة فإنَ القوة المتبقية التي يبقى القمر في مداره ستكون مثل D^2، والتي ستظهر بوضوح من خلال مقارنة هذه القوة بقوة الجاذبية»[3]، أي ما يعني أنَ هذا هو اختبار جاذبية القمر، وبطريقة تتميز بنوع من الاستقلالية يصل إلى أنّه: « إذا زادت القوة المركزية المتوسطة التي يحتفظ بها القمر في مداره لأول مرة بنسبة $177.29/40$ إلى $178.25/40$، ثم تضاعف بمقدار نصف قطر الأرض في المسافة المتوسطة من مركز القمر إلى مركز الأرض سيكون لدينا قوة مركزية للقمر بالقرب من سطح الأرض على افتراض أنَ هذه القوة التي تنخفض إلى الأرض ستزداد

---

[1] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel liver1**, op, cit, p, 150.
[2] - Ibid, op, cit, p, 151.
[3] - Ibid, p 481.

باستمرار بسبب مضاعفة عكس الارتفاع »[1]، فكل هذه الحسابات تمثل دليلا حقيقيا على نظرية الجاذبية العامة، وهي تبرز محاولاته الأولى التي تم التوصل إليها خلال سنواته الأولى من العمل في هذا المجال، نظرا لأنَ هذا السؤال كان يشكل حلقة مهمة في فيزيائه فنحن نفهم أنَ **نيوتن** أراد أنَ يصل إلى الدقة الكاملة من خلال تحديد القيم المحددة لسطح الأرض وتسارع القمر، وبعد أن جمع القيم في وقته كأنصاف للقيم المتوسطية للأرض اختار **نيوتن** لنفسه الأرقام التالية: « فمن نصف قطر الأرض كمسافة متوسطة، ولنفترض أنَ دورة القمر حول الأرض بالنسبة للنجوم الثابتة تنتهي في 27 يوما و 7ساعات و 45 دقيقة، وفق ما قرره علماء الفلك نصل إلى 12349600 قدما من باريس إلى محيط الأرض، في أعقاب التدابير المتخذة في فرنسا...»[2]، فالقوس **S**، الذي يصف القمر في مداره خلال دقيقة هو $S=2^{\pi}/39343$، رادون **Radon** هي زاوية نصف قطرية وبتحويل الزمن الدوري من 27 يوم و 7ساعات و 43 دقيقة إلى دقائق فيصبح عند نزول القمر إلى الأرض في دقيقة هو $D=(60.\pi).1/2$، وبإدخال القيم المشار إليها يحصل **نيوتن** على **D**، و $D=15.1/20$، ويترتب عن ذلك أنَ سطح الأرض وجاذبيته تكون $D=60.60=31000$ مرة أكبر من جسم يتنقل في ثانية واحدة على مسافة **15.1/20** قدما من باريس [3]، وهو ما جاء في قوله:« وبالضبط 15 قدما و10 بوصات و4.10 خطوط، هي في الواقع المكان الذي يجتاز الأجسام في ثانية عند سقوطها نحو الأرض»[4]، وبمقارنة هذه النتائج مع قوى الجاذبية العامة يصل **نيوتن** إلى الاستنتاج التالي: « إذن فالقوة التي تحافظ على القمر في مداره تكون متساوية لقوة الجاذبية إذا كان القمر بالقرب من سطح الأرض وذلك وفقا للقواعد 1و2 فهذه القوة هي نفسها التي نسميها الجاذبية، وإذا كانت هذه القوة غير الجاذبية فإنَ الأجسام التي

---

[1] -, p, 481.

[2] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit ,p, 482.

[3] - Prosper Schroeder, **la genèse de la loi de la gravitation universelle et la tentative de sa démonstration a traverse le problème de trois corps et la théorie de la lune**, op, cit, p, 89.

[4] - Ibid, 482.

تقترب من الأرض بواسطة هاتين القوتين المتحدتين تنحدر بسرعة **30.1/6** قدما من باريس وهو ما يتعارض مع تجربته »[1]، فمن خلال التجارب التي قام بها والحساب الذي وصل إليه نجد تعارضا بين مسافة السقوط في الحالة الأولى وفي الحالة الثانية؛ إذ يقدر السقوط في الحالة الأولى بـ **15.1/20**قدما، وفي الحالة الثانية بـ **30.1/6**، ويرجع سبب هذا الاختلال في الحسابات على الجاذبية العامة إلى اعتماده في هذا الحساب على القواعد التي يجب إتباعها في دراسة الفيزيا ء والتي توجد في الكتاب الثالث. ليعود إلى نموذج آخر لتطبيق قانون الجاذبية العامة فيقول: « إنّ كوكب المشتري ينجذب نحو كوكب المشتري، وأقمار كوكب زحل تنجذب نحو كوكب زحل، والكواكب الرئيسيةة نحو الشمس، بقوة تزيد سرعة هذه الأجسام في دورانها في أية لحظة وتبعدهم عن الحركة في خط مستقيم وتبقيهم في مدارات منحنية»[2]، فدوران كوكب جيوبتر وزحل والكواكب الأخرى نحو الشمس هي ظواهر من نفس النوع كما هو الحال في دوران القمر حول الأرض، وهو السبب الذي جعل **نيوتن** يطبق القاعدة الثانية خاصة وأنَ هذه الكواكب تخضع لنفس القانون الذي افترضه كقانون مركزي للجاذبية العامة.

لقد أصبح **نيوتن** أكثر وضوحا في النتيجة التي تلي هذا القول فـ« كل الكواكب ثقيلة لا أحد يشك في أنَ كوكب الزهرة وعطارد وجميع الكواكب هي أجسام من نفس النوع مثل كوكب المشترى وزحل، وبما أنَ كل جاذبية متبادلة حسب القانون الثالث للحركة، لذلك يجب على كوكب المشترى أنَ ينجذب نحو الكواكب، وزحل نحو الأرض، والأرض إلى القمر، والشمس إلى جميع الكوكب »[3]، ويتبع ذلك بنتيجة ثانية فيقول: « الجاذبية لكل الكواكب مثل مربع المسافة إلى مركزها »[4]، ليصل إلى استنتاج عام فيقول: « تنجذب جميع الكواكب بشكل

---

[1] - Ibid, p, p, 483.
[2] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit , p, 484.
[3] - Ibid, p, 484.
[4] - ibid, p, 485.

متبادل بقوة تعيق حركتهم تجاه نقطة الاقتران، كالشمس تعيق القمر، كما أنَ الشمس والقمر مسئولان عن خاصية المد والجزر كما سأوضح لاحقا »[1]، ولكي يكون مثاليا يضيف فيقول: « لقد أُثبت أنَ هذه القوة التي تؤثر في الأجسام السماوية وتبقيها في مدراتها هي قوة مركزية، وقد برهنت على أنّ هذه القوة هي نفسها قوة الجاذبية، وقد سميتها حقيقة الجاذبية لأنَ علة هذه القوة هي الحفاظ على القمر في مداره، كما تمتد إلى جميع الكواكب بموجب القواعد 1و2و4»[2]، أقل ما يمكن قوله هو أنَ هذه الأفكار **لنيوتن** باتت حقيقة علمية وليست مجرد خيال، كما توضح هذه النتائج أنَ **نيوتن** استطاع أنَ يكتشف أحد أهم أسرار الكون وهي الجاذبية العامة، بعجز لاحظه في تفسير بعض الظواه ر كحركة القمر ظاهرة المد والجزر وغيرها.

3-3- الصياغة القانونية للجاذبية العامة:

عام 1668م نشر عمله في قانون الجاذبية العامة في **كتابه المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**، فذكر أنَ كل الأجسام في الكون تتجاذب مع الأجسام الأخرى بتأثير قوة مباشرة تتناسب طردا مع كتلتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما، أي أنّه إذ كان لدينا كتلتين M_1 و m_2، والمسافة **r**، فمقدار الجاذبية يعطى بالعلاقة التالية $Fg=G.M_1.M_2/r^2$، حيث **G** ثابت الجاذبية العام في الوحدات الدولية وهو: $G= 6,673\times10^{13}.N-M^2/rg^2$ ، وأنَ شكل القوة في المعادلة 1.13 يسمى غالبا بقانون التربيع العكسي لأنَ مقدار قوة الجاذبية يتناسب مع مربع المسافة بين الأجسام، فيمكننا أن نمثل هذه القوة على شكل شعاع، وذلك بشعاع الوحدة **F12**، حيث شعاع الوحدة موجه من الجسم 1 إلى الجسم 2، وبالتالي القوة التي يتأثر بها الجسم 1 من الجسم 2 هي $F12=G.m_1.m_2/r^2$، حيث تدل

---

[1] - Ibid, p, 485.

[2] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit p, 485.

الإشارة السالبة على أنَ الجسم 2 ينجذب إلى الجسم 1، وبالتالي قوة الجسم 2 يجب أن تكون باتجاه الجسم1، فعند تعين القوة **F21** نجدها مساوية للقوة **F12** ولكن في الاتجاه المعاكس، وهذا يعني أنَ هذه القوة تشكل زوجا من الفعل ورد الفعل، وللقوة **F12−F21**، ميزات عديدة تستحق الذكر من خلال المعادلة(3.13)، فقوة الجاذبية هي قوة المجال الموجود دائما بين أي كتلتين بغض النظر عن الوسط الفاصل بينهما، وذلك لأن القوة تتناسب مع مربع المسافة بين الأجسام وتتناقص بشكل ملحوظ مع زيادة المسافة، كما أن هناك نقطة هامة أخرى نستطيع أن نراها من خلال المعادلة(3.13)، وهي أنّ قوة الجاذبية الناتجة عن كتلة كروية متجانسة ومحدودة الحجم تؤثر على جسم خارج التوزيع هي نفسها كما لو أنَ الكتلة مركزة في مركز فعلى سبيل المثال، أنَ مقدار القوة التي تؤثر بها الأرض على جسم كتلته **M** قرب سطح الأرض هي $Fg=G.M_EN/RE^2$ حيث **ME** هي كتلة الأرض و **RE** هو نصف القطر وهذه القوة موجهة نحو مركز الأرض[1].

لقد استخدم **نيوتن** في صياغته قانون الجاذبية العامة المنطق الذي يفترض أنَ قوة الجاذبية تتناسب عكسيا مع مربع المسافة للجسمين المتفاعلين؛ حيث قارن عجلة القمر في مداره بعجلة تسقط بالقرب من سطح الأرض مثل التفاحة الأسطورية، على فرض أنَ كلا العجلتين كان لهما نفس السبب يعني جاذبية الأرض، كما استخدم **نيوتن** قانون التربيع العكسي كسبب لتسارع القمر نحو الأرض تسارعا مركزيا؛ أي يجب أن يكون متناسب مع $1/rm^2$، حيث **RM** هي المسافة بين مركز الأرض والقمر، وعلاوة على ذلك يجب أن يكون تسارع التفاحة نحو الأرض متناسبا مع Ra^2 حيث **Ra** هي المسافة بين مركز الأرض والتفاحة، وبما أن التفاحة تقع على سطح الأرض أي **R€Ra** فنصف قطر الأرض يستخدم القيم $RE= 6.37\times10^6m$ و $RM=3.38\times10^8m$، لقد تنبأ **نيوتن** بأنَ نسبة عجلة القمر

[1]– ريموند ا سروي وجون وي جوت، **قانون الجذب العام**، ترجمة تمام إبراهيم دخان وحازم فلاح سيك، دط، المركز العلمي للترجمة، دب، 2009، ص، 6.

Am وعجلة التفاحة يعطي بالعلاقة التالية =RE/rm)^2:

Am/g=(1×RM)^2/(1×RE)^2=((6.37×10^{6}m)/(9.84×10^8)=2.75×10^{-4}،

ولذلك السرعة المركزية للقمر هي: 2.75×10^{-4})×(9.80m/s^2)=2.70×10$^-$

Am=(m/s^2^{3})، كما قام نيوتن بحساب العجلة المركزية للقمر من خلال معرفة المسافة بينه وبين الأرض ومعرفة قيمة زمنه الدوري أي: T=27.32 يوم وتساوي 2.36×10^6 ثانية، ومن خلال هذه الفترة الزمنية T يقطع المسافة مقدارها 27.32 وهي محيط الدائرة ولذلك فإن سرعته المدارية هي 2nrm/T والسرعة المركزية هي:

nrm/t)2=4m ^{2} =4 n^2(3.84×10^{8}m)/(2.76×10^6)^2=2.72×10^{-3}m/s^2

[1]Am=v^2/rm^2=(2×RM/T2 وتعطي هذه العلاقة دليلا قويا على صحة قانون الجاذبية العامة ويؤخذ على طبيعته التربيع العكسي في قوة الجاذبية بين الأجسام.

3-4- تأكيد دوشاتليه على الجاذبية العامة عند نيوتن:

ترى **لامركيز دوشاتليه Émilie du Châtelet"(1706-1749)**[*] ، أنَ قانون الجاذبية العامة عند **نيوتن** حقيقة علمية وليس مجرد خيال، لذلك طرحت سؤالا مهما وهو: كيف فسرت نظرية **نيوتن** الظواهر والكواكب الرئيسية؟ فتقول: « الظاهرة الأولى التي يجب تفسيرها، عندما يريد حساب الحركات السماوية هي ظاهرة الدوران الدائم للكواكب حول مركز دورنها»[2]، فالسيدة دوشاتليه تشرح الحركة القسرية بوجود قوة تعمل بشكل دائم على الجسم تمنعه من الانحراف **VARIATION** من خلال الدائرة التي يصفها الجسم، كما تشير إلى مقترحات الكتاب الأول فتقول: « بعد أن أثبت أنَ الكواكب ثابتة في مدراها بواسطة قوة تميل نحو الشمس، يوضح السيد **نيوتن** في الاقتراح الرابع أنَ القوى المركزية في الأجسام التي تدور على شكل دوائر فيما بينها مثل مربعات أقواس هذه الدوائر التي تم عبورها في زمن

[1]– ريموند ا سروي وجون وي جوت، قانون الجذب العام، مرجع سابق، ص، 7.

[2]- la marquise de châtelé, **commentaire sur les principes mathématique de la philosophie naturel**, op, cit, p, 40.

متساوٍ، مقسمة بأشعتها التي تجذبها، فإذا كان الزمن الدوري للأجسام التي تدور في دوائر ترجع إلى زمن قطر الشعاع، فإنَ القوة المركزية التي تحملها باتجاه مركز هذه الدوائر متناسبة مع مربع الأشعة نفسها؛ أي بمعنى أنَ مسافة هذه الأجسام هي في الوسط، أو حسب القانون الثاني **لكبلر** والتي تلاحظها في جميع الكواكب، حيث يكون زمن دورانها فيما بينها هو التناسب بين المسافة ومركزها، وتتناقص القوة التي تحملها الكواكب باتجاه الشمس بنسب عكسية إلى مربع مسافتها على هذا النجم، على أنَ نفترض أنَها تدور في دوائر متحدة مع مركز الشمس»[1]، فمن خلال هذا كان **نيوتن** يسعى إلى اكتشاف مهم وهو ما ستوضحه من خلال هذا القول: « فبداية من هذا الاكتشاف سعى السيد **نيوتن** إلى معرفة ما هو قانون القوى المركزية اللازم لوصف القطع الناقص للكواكب، ووجد في الاقتراح الحادي عشر أنَ هذه القوة تتبع النسب العكسية لمربع المسافة للجسم إلى محور هذا القطع الناقص، لكننا رأينا أنَه وجد في النتيجة السادسة للمقترح الرابع في الدوائر، أنَ الزمن الدوري للأجسام هو بسبب المسافة، والقوة العكسية تشبه عكس مربع هذه المسافات نفسها، ومن أجل التأكيد تماما من أنَ القوة المركزية التي تتجه إلى الأجرام السماوية في مسارها تتبع نفس النسبة في القطع الناقص، كما هو الحال في الدوائر ومع ذلك يوضح السيد **نيوتن** في الاقتراح الخامس عشر أنَ الأزمان الدورية في القطع الناقص وفي الدوائر التي تكون أقطارها مساوية للمحاور الكبيرة في القطع الناقص »[2]، فعلى غرار **نيوتن**، السيدة **دوشاتليه** تتحدث هي أيضا عن التناسب في النظريات النيوتنية، حيث كتبت قائلة: « فالسيد **نيوتن** يسعى في الاقتراح السابع عشر والذي يتحدث عن المنحنى الذي يجب أن يصف هذه الأجسام عندما تتناقص قوتها المركزية، فوجد أنَ النسبة متناسبة مع مربع المسافة المقطوعة، على افتراض أنَ هذا الجسم

[1] - la marques de chatelle, **commentaire sur les principe mathématique de la philosophie naturel**, op, cit pp, 42-43.
[2] - ibid, pp, 43-44.

يغادر من نقطة معينة بسرعة محددة وفي اتجاه محدد »[1]، فمن خلال هذا نلاحظ أنَ السيدة **دوشاتليه** تقترح حلا لمشكلة هذه القوة المركزية في الأجسام، فهي ترى أنّه يكمن في القطع الناقص، لتواصل بعد ذلك فتقول: « إلى جانب هذا الاقتراح الذي يمثل ملاحظة وسرعة واتجاه كوكب ما في جزء من مداره، يمكننا بمساعدة هذا الاقتراح أن نجد بقية المدار، وأنَ نحدد مدار المذنبات التي يمكن أن تعتمد إلى حد كبير على نفس الاقتراح »[2]، فالقطع الناقص لا يمثل حلا واحدا بالنسبة للهندسة، وإنّما لا يزال مفيد في علم الفلك وتحديد حركات المذنبات، فالاقتراح السابع عشر من الكتاب **لنيوتن** هو حل في حد ذاته لجملة من المشاكل التي طرحت في الرياضيات والفيزياء وعلم الفلك.

بعد ذلك انتقلت **دوشاتليه** إلى الكتاب الثالث من **المبادئ** لتوضيح ظاهرة الجاذبية العامة في النظام الشمسي مثل **نيوتن** لتأكد فهمها **لنيوتن** فخلصت إلى مايلى:« بما أنَه ثبت من خلال الملاحظة والاستقراء أنَ جميع الكواكب لديها قوة جاذبية متناسبة مع مربع المسافة، وبموجب قانون الحركة الثالث الذي يقر بالفعل ورد الفعل، يجب أن نستنتج مع **نيوتن** أنَ جميع الكواكب تنجذب نحو بعضها البعض، مثلما تنجذب الشمس إلى الكواكب الأخرى وأنَ الأرض وكوكب المشترى وزحل تنجذب أيضا على كواكبها عكسيا مع مربع المسافة، فلا يوجد أي اعتقاد أنَ هذه الأجزاء لا تمارس على جميع المسافات بنفس النسبة... وبالتالي تنجذب الكواكب نحو بعضها البعض، وتظهر آثار هذا الجذب المتبادل بوضوح في ارتباط كوكب المشترى وزحل »[3]، فبعد أن صاغت بهذه الطريقة قانون الجاذبية العامة نتساءل عن السبب الذي يجعل الجسم يدور حول جسم آخر، لكن السؤال لا يشير إلى أية إجابة حول جوهر هذه القوة، فالسيدة **دوشاتليه** تتحدث فقط عن كتلة الجسم المركزي

---

[1] -ibid, p, 45.

[2]- la marques de chatelle, **commentaire sur les principe mathématique de la philosophie naturel**, op, cit , p, 45.

[3] - ibid, p, 50.

فتقول:« من السهل من خلال فحص الأجسام التي تشكل نظاما كونيا، في الشك أنَ هذا القانون هو قانون الكتل، فالشمس التي تدور حول جميع الأجرام السماوية تبدو لنا أكبر بكثير من أي كوكب آخر، وزحل والمشترى أكبر بكثير من الكواكب القريبة منها، فالأرض أكبر بكثير من القمر لأنَ هذا الأخير يدور حولها »[1]، وهي في قولها هذا توضح لنا كيفية عمل قانون الجاذبية العامة على الأجسام وخاصة الكواكب فهي تقريبا تطرح نفس أفكار **نيوتن** في طريقة الجذب وكيفية حسابه انطلاقا من مراكز هذه الكواكب لنصل في الأخير إلى ملخص هام حول نظرية الجاذبية فتقول: « ... يمكننا أن نهتم بالاختلاف الحاصل بين الأجسام وكيف تتجذب، ففي النهاية هي جاذبية متبادلة بين جسمين، وأنَ النتيجة بين الكتل هي التي تقررها إذا كانت هذه الجاذبية المزدوجة يمكن أن تكون في غاية الدقة »[2]، فمن خلال ما طرحته **دوشاتليه** بداية من الفقرة الأولى إلى غاية الكتاب الثالث نجد أنَها بصدد عرض أفكار نيوتن وتطويرها، أما عن موقفها من قانون الجاذبية العامة يبدو أيضا واضحا فهي تؤيد هذا القانون وترى بأنَ الحل الأمثل لجميع الظواهر الفيزيائية التي كانت عالقة ولم يجد لها أي تفسير، وتأييدها الواضح يظهر من خلال تعليقاته ا على كتاب **المبادئ لنيوتن** والتي تتشابه وجهة نظرها في كثير من الأحيان معه.

4- أهم المواقف التي سجلت حول الجاذبية العامة عند نيوتن.

4-1 فولتر*(1694-1778 Voltaire):

"فولتير" في كتابه **عناصر الفلسفة النيوتنية** يؤكد على وجود استقلالية بين تفسير **غاليلي ونيوتن** فالأول اكتشف قوانين سقوط الأجسام، وهو ما استوعبه **نيوتن** من خلال دمج نظرية **غاليلي** وقوانين **كبلر** على حركة الكواكب والخروج بقانون جديد وهو قانون

[1]- la marquise de chatelle, **commentaire sur les principes mathématique de la philosophie naturel de m, newton,** op, cit, p, 51.
[2]- ibid, pp, 52-53.

الجاذبية العامة وذلك عن طريق الاستقراء التعميمي، وبالتالي فهو يأخذ بنفس موقف **نيوتن** في الجاذبية فيقول: « ولهذا السبب فإنَ القوة المركزية هي بالتحديد في تناسب مع مربع المسافة ومع مركز الحركة التي يتم توجيه هذه القوة نحوها، لذلك هذا ما يجب علينا متابعته بعناية، فينجذب المتحرك بشكل دائري حول المركز بنسبة عكسية إلى مربع المسافة الحالية في الوسط وكذلك في نسبة مباشرة إلى الكتلة، ومع ذلك فقد تبين أنَ الجاذبية هي التي تجعله يدور حول المركز، لأنَه بدون هذه الجاذبية سوف يتحرك بعيدا عن طريق انحراف المماس، وسوف تأثر الجاذبية بشكل أكبر على الجسم المتحرك ويدور بشكل أسرع، وكلما كان هذا المحرك بعيدا كان دورانه بطيئا وكانت جاذبيته أقل بكثير »[1]، **فولتير** يرجع علة دوران الأجسام بسرعة كبيرة يعود إلى إمكانية اقترابه من المركز، فكلما كان قريبا، كانت جاذبيته وسرعته أكبر أما بخصوص تباطؤ السرعة، فيرجعها إلى البعد عن المركز، لماذا المركز؟، لأنَه مركز الجاذبية، ومن الجدير بالاهتمام أنْ نلاحظ أنّ **فولتير** يخصص فصلا كاملا لهذه الظاهرة فيقول: « ... إنَ عدم المساواة في حركة مدار القمر هي بالضرورة آثار الجاذبية»[2]، فبعد أن وصف بوضوح تام حركة القمر حول الأرض وتأثير قوة الشمس في الجاذبية يلاحظ أنَ: « هذه الجاذبية تزداد وتتضاعف وفقا لمساراتٍ ستكون بالضرورة على شكل بيضوي؛ أي عدم انتظام مسار حركة معظم الكواكب وبالتالي فإنَ قانون الجاذبية العامة ليس ناتجا عن أي تأثير للنجوم، بل المدار الذي يصفونه ناتج عن تأثير الكون؛ أي يبقى بنفس الترتيب الذي عهدنا ه»[3]، **ففولتير** هنا لا يهتم بمشكل منطقية نظرية **نيوتن**، بل اهتم أكثر بمسألة طريقة تفكير **نيوتن**، وكيف وصل إلى صياغة قانون الجاذبية العامة.

---

[1] - voltaire, **l'élément de la philosophie de newton**, mis a la portée de tout le monde par ms voltaire jacques des bardes, Amsterdam, 1738, pp, 255-256.

[2] - ibid, p, 256.

[3]- ibid, pp, 268-269

أما في الرسائل يعرض **فولتير** لزملائه الفلسفة الطبيعية والذي يؤكد تماما على اعتناقه تماما الأفكار المتعلقة بالروح العلمية الجديدة كما قدمها **نيوتن**، فقد أعجب بهذه الأفكار بشكل خاص فيقول: « إنَ اكتشافات **نيوتن** والتي جعلت منه منبرا ذا صيت عالمي، جعلنا ننظر إلى العالم بشكل مرتب، فاكتشاف الضوء واللانهاية في الهندسة، كما أنَ التسلسل الزمني لهذه الاكتشافات جعلتني استمتع بها واسترخي أكثر »[1]، لقد كان **فولتير** من الأوائل الذين فهموا النهج النيوتني، والمدهش في الأمر أنّه تقدم كثيرا على حساب باحثين بارزين في تخصصهم وبالنسبة له فإنَ فيزياء **نيوتن** تؤدي إلى المعرفة السامية لذلك يعتبر فكرة الجاذبية العامة فكرة حب العالم، وفكرة إضافية للانتصار على كل الخصوم ، لقد كان **فولتير** يرى أنَ **نيوتن** يتصف بالكمال نظرا لأنَه: « وصل إلى التأمل العميق للجاذبية والتي سعى جميع الفلاسفة إلى تفسير هذه الحقيقة منذ فترة طويلة، بحيث لا يشك بأنَه أول من حل هذا اللغز »[2]، ويضيف إلى ذلك فيقول: « من أي ارتفاع في نصف الكرة الأرضية والأماكن التي تتجاوزها ستكون مثل مربع الزمن، إذن فهذه القوة التي تسبب في سقوط الأجسام الثقيلة هي نفسها التي توجد بدون شك في أي عمق من الأرض وفي أعلى الجبال، فما الذي يمنع أن تمتد هذه القوة إلى القمر، وإذا كان صحيحا أنها توغلت في جميع الأشياء، ألا يوجد تفسير يؤكد على أنَ هذه القوة تحتفظ بهذه الأجسام في مداراتها، وبما أنَ القمر مطيع لهذا المبدأ، فهل لا يزال من المعقول أن نصدق أنَ الكواكب الأخرى لا تخضع لهذا المبدأ أيضا »[3]، ثم يعيد حساب القوة عند **نيوتن** التي تم التوصل إليها ليؤكد على أنَ طبيعة القوة التي تسقط الحجر من الأعلى هي القوة نفسها التي تحافظ على القمر في مداره فيقول:« وهكذا أثبتُ أنَ القمر ينجذب إلى الأرض وهي مركز الحركة الخاص به، ويظهر أيضا أنَ القمر والأرض ينجذبان نحو الشمس والتي هي مركز حركتهم السنوية، لذلك يجب

[1]- voltaire, **lettre de la philosophie**, édition les échos du maquis, France, 2011, p, 48.
[2]- ibid, p, 49.
[3]- ibid, p, 49

أن تخضع الكواكب الأخرى لهذا المبدأ والقانون العام، وإذا كان هذا القانون موجود فيجب أن تتبع هذه الكواكب القوانين التي وضعها **كبلر**»[1]، وبما أنَ هذا المبدأ موجود من خلال إثبات **نيوتن** أنَ القمر ينجذب نحو الأرض والقمر والأرض ينجذبان نحو الشمس، فإنَه من الضروري أن تتبع الكواكب الأخرى هذا المبدأ العام، ويلخص **فولتير** هنا أهمية قانون الجاذبية العامة فيقول: « بمعنى ما قاله **نيوتن** فإنَ المبدأ الوحيد لقانون الجاذبية العامة هو السبب وراء كل التباينات الظاهرة في الكرات السماوية، وأصبحت تغيرات القمر نتيجة ضرورية لهذه القوانين، علاوة على ذلك نرى بالطبع سبب قيام القمر بدورته في تسعة عشرة عام، والأرض بستة وعشرين ألف عام تقريبا، والمد والجزر ليس سوى نتيجة لآثار الجاذبية»[2]، فحسب هذا الأخير وانطلاقا من مبدأ الجاذبية العامة يمكن أن نفسر هذا بدورة القمر والأرض والمد والجزر البحري التي كانت في السابق عبارة عن ظواهر لا يمكن معرفة ما هي علتها، والتي سببها الجاذبية العامة؛ إذن هي النابض الذي يحرك الطبيعة، وفي نهاية الرسالة الخامسة عشر يحذرنا **فولتير** من هذا المفهوم فيقول: « توقع **نيوتن** بعد أن أَثبتَ وجود هذا المبدأ، أنَ الكثير سوف يثور حول هذا الاسم، وفي كتابه **المبادئ** وفي أكثر من مكان، يحذر القارئ من الجاذبية نفسها، ويحذر أيضا من الخلط بينها وبين التصنيفات الغامضة للقدماء، لقد كان راضيا بموقفه أنَ هناك في جميع الأجسام قوة مركزية تعمل في أي طرف من الكون إلى الطرف الآخر على اقتراب وابتعاد الأجسام وفقا لقانون ثابت »[3]، فشيء طبيعي أن ينبه **نيوتن** القارئ للحذر من مفهوم الجاذبية العامة، لكي لا يختلط مع مفاهيم أخرى كي لا تفتقر إلى الطابع العلمي، وأيضا كونه اكتشاف جديد لم يسبق وأن تطرق إليه أحد من قبل، كما يلخص لنا **فولتير** مبدأ الجاذبية العامة في قوله:« فالجاذبية في عالمنا هي بسبب تناسب مربع مسافات الأجسام الثقيلة في وسط الأرض، فكلما زادت هذه

---

[1] -ibid, p, 50.

[2]- voltaire, **lettre de la philosophie**, op, cit, p, 51.

[3] - ibid, p, 50.

المسافات، تقلصت الجاذبية، إنَ القوة التي تنتج الجاذبية لا تعتمد على دواما ت، والذي يثبت أنَ وجودها كاذب فهذه القوة أيّا كانت تؤثر على الأجسام ليس وفقا لكتلتها، فإذا كانت تؤثر على مسافة معينة، فيجب أن تؤثر في كل المسافات، وإذا كانت تتناسب مع مربع المسافات، فيجب أيضا أن تؤثر دائما وفقا لهذه النسب على الأجسام المعروفة، أي عندما لا تكون في نقطة الاتصال أقصد أنَها ستكون دون أن تكون متحدة، ووفقا لهذه النسب تستطيع هذه القوة أن تجتاز عالمنا في أربعة وخمسين ألف قدم في ستون ثانية وخمسة عشر قدم في باريس»[1]، فحسب **فولتير** فانَه إذا أعطينا النسب الحقيقة لهذه الأجسام من مسافة وزمن وكتلة سوف نصل حتما إلى قانون الجاذبية العامة، ويمكن أن نفسر به جميع الظواهر الكونية، كما يتجه نفس اتجاه **نيوتن** ويقدر سقوط القمر باتجاه الأرض بحوالي 15 قدما في الدقيقة وبالتالي يكون بأقل مقدار 3600 مرة في حركته باتجاه الأرض، ويرى أنَ الأرض مجرد مربع المسافة فيقول: «بما أنَ الجاذبية التي تؤثر على جميع الأجسام، فهي تؤثر على الأرض والقمر على وجه التحديد وذلك بعكس مربع المسافة »[2]، فالمسافة إذن عامل مهم في تأثير الأجسام نحو بعضها البعض، ويواصل قائلا: « ولكن إذا كانت هذه القوة التي تحرك الأجسام توجه القمر في مداره، فيجب عليها أن توجه الأرض من تلقاء نفسها، والتأثير الذي تؤثر به على كوكب القمر يجب أن يكون نفس التأثير على كوكب الأرض، لأنَ هذه القوة موجودة في كل مكان كما يجب إخضاع الكواكب جميعها إلى هذه القوة، كما يجب أن نختبر هذا القانون على الشمس، وإذا لم تكن هناك حركة للكواكب، يجب أن نعترف بالتأثير الضروري لهذه القوة عندما تثبت كل الطبيعة ذلك »[3]، فحسب هذا الأخير دائما يجب أن نختبر هذا المبدأ ونرى مدى تأثيره على الكواكب، وقبل التسليم بهذا المبدأ يجب الرجوع إلى الطبيعة، لنقول في الأخير أنَ هذا المبدأ مبدأ عام في الطبيعة.

---

[1]- voltaire, **lettre de la philosophie**, op, cit, 50.

[2]- ibid, 51.

[3]- ibid, p, 52.

-2-4- لويس ديكاستل Louis Bertrand Castel(1688- 1757)*:

عام 1743م نشر كتابه حول الفيزياء النيوتنية والذي عنوانه **النظام الحقيقي للفيزياء العامة لإسحاق نيوتن**، وهو كتاب تم الكشف عنه بالتحليل بشكل متوازي مع نظام **ديكارت** يتناول فيه جميع الفيزيائيين، فهو عبارة عن عمل يتكون بالتقريب من أكثر من 500 صفحة والشيء الملفت للانتباه في هذا الكتاب أنَه استخدم فيه طريقتين: الأولى هي التعبير بدقة إلى حد ما عن محتوى المبادئ الرياضية لنيوتن دون تزييف الحقائق ووجهات نظره، ولكن دون التأكيد عليها لأنَ المحتوى الرياضي مهم للمعالجة كما يشير العنوان إلى الفيزيائيين عامة، والطريقة الثانية هو النظر في كل الصعوبات المتعلقة بالرياضيات [1]، بداية يقر **الأب ديكاستل** بنجاح **نيوتن** فيقول: « منذ عشرين عاما عمل الفيزيائيون على دحضه وهو ما كان في صالحي لأقوم بهذا المخطط لمنحه الأسلحة اللازمة وأقول بكل شرف أني تلميذه المتواضع في جو مليء بالهندسة العميقة لكي ألوم الخصوم على الاستسلام وعدم القتال بما فيه الكفاية لتأكيد صحة نظام **نيوتن**»[2]، فما يقوم به **ديكاستل** هنا أنَه يفرض علينا قراءة **نيوتن** لفهم عوامل الجاذبية العامة وإتقان محتويات نظريته في الفلك والميكانيكا وخاصة في الرياضيات التي يستخدمها، وإضافة إلى ذلك فهو يكشف عن عمق تفكيره وبساطة فيزيائه القريبة من الطبيعة، والمبنية على أساس الملاحظة لذلك فهو يرى أنَ هذا العالم في متناول أكبر عدد ممكن من الفيزيائيين، ومهما كانت طبيعة هذا الفيزيائي شرط أن يكون متنبها وقادرا على التفكير العلمي، لكن في المقابل يضيف إلى ذلك ويقول: « إنَ فيزيائه بعيدة أن تكون في متناول الفيزيائيين فأنَا لا أقدّم شيئا دون دليل، فالجاذبية وردُّ الفعل على بعد المسافة هي التي تكون عمق التفكير النيوتني فهي اللغة المميزة التي يحتاجها، كما

---

[1]- Patrick guyot, **la mise en place d'une nouvel philosophie physique**, thèse de doctorat, université de bourgogne, France, 2012, pp, 86-87.

[2]- luis du castel, **le vrais système de la physique générale de Isaac newton, expose et analyse en parallèle avec Descartes, a la porte du commun des physicienne** , paris, Simon, 1743, p, 3.

لا يستخدم هذه اللغة المميزة فقط من أجل راحة الكلام، فكلّ رياضي وهندسي لا يتجرأ على ربط أي فكرة بدائية بفيزيائه العقلانية الممنهجة »[1]، ولكن في الأخير يوجه له نقدا بسيطا ويتعلق بطبيعة الرياضيات التي يستخدمها لأنّها تعتمد على هندسة اللانهاية وخاصة في تحديد العلل الأولى والأخيرة فيقول: « الهندسة التي قال بها **نيوتن** هي فرضية ويصعب استنتاجها فهي عالية الدقة وقائمة على الافتراض فهي بحتية في أغلب الأحيان وبدون التعبير عن خصائصها الكلية وبدون سابق إنذار بالإشارة إلى افتراضها »[2]، فالصعوبة التي يشعر بها **ديكاستل** في رياضيات **نيوتن** هي في كونها رياضيات بحتية ومستمدة من افتراضاته فقط، وهو ما شكّل صعوبة في فهمها وذلك بدون ذكر الخصائص السابقة لهذه الرياضيات والتي سبق وأن ذكرها في قوله هذا.

يتكون عمل **ديكاستل** من خمسة وثمانين مشكلة وهو ما سيُعرض من خلال معالجته والتي تبدو مميزة، ففي "المشكلة الخمسين" والمخصصة لعرض توحيد المناطق السماوية والتي نعرفها اليوم بعنوان "قانون المناطق"، يبدأ **بكبلر** لاكتشافاته الفلكية الدقيقة، لكنه في نفس الوقت **ديكاستل** سيرى تفسيره السيئ للجاذبية ومكان إخفاقه، لأن هذا التفسير الفيزيائي لا ينبغي أن يدوم إن لم يسترجعه **نيوتن** ولكن عندما تكلم **كبلر** عن هذا الجذب تحت هذا الاسم شوه **نيوتن** فيزيائه، من خلال إخفاء ذلك بغطاء هندسي حتى لا يفهم المشكلة الأساسية، ويؤكد على القيمة الفكرية الكبيرة للعمل الذي قام به **كبلر**، والصعوبات التي كان عليه التغلب عليها في حسابات ه، إذ كان لديه ذكاء لتخيل قانون حركة الكواكب بفضل العمليات الصعبة، لكي تظهر تكافؤها مع الملاحظات [3]، فيقول: « لقد لاحظ أنَ الكواكب التي تتحرك بشكل بيضوي حول مركز القوة " **F**" وانتقالها ببطء من " **B**" ومن "**A**"

---

[1]- luis du castel**, le vrais système de la physique générale de Isaac newton, expose et analyse en parallèle avec Descartes, a la porte du commun des physicienne** op, cit, pp, 6-7

[2] -ibid, p, 8.

[3]- Patrick guyot**, la mise en place d' une nouvel philosophie physique**, op, cit, p, 89.

إلى "**B**" حيث ابتعد كثيرا عن مركز الحركة "**F**"، ونتيجة لذلك كان ربما يشك في أنَ المنطقة أو المثلث الاهليليجي لـ "**CFB**" أطول من "**BFA**" ولكن أقل عرضا فيمكن أن يكون مساويا له، حيث يتم اجتياز القوس" **CB،BA**" في زمن متساوٍ، ففي كلتا الحالتين وجد **كبلر** أنَه في أزمنة متساوية، كانت المناطق الاهليليجية التي تجتازها الكواكب متساوية وموحدة فالاكتشاف حقيقة كان جميل وعميق للغاية كونه ذا طبيعة لا يمكن تبريرها »[1]، فوفقا لهذا القول فإنَ عمل **نيوتن** له ترتيب مختلف تماما فبعد علم الفلك والفيزياء التي اقترحها قرر **نيوتن** الانتقال إلى الرياضيات ليضع أساسا قويا لنظامه الفيزيائي والهندسي.

أما المشكلة الحادية والخمسين تشكيل التوحيد في المناطق السماوية للنظام الهندسي، يعرض **ديكاستل** تفاصيل أساس الأفكار النيوتنية؛ أي استخدام جهاز رياضي فيقول:« هو مفتاح وقائد نظامه، فما كان مجرد ملاحظة وظاهرة عند **كبلر**، أصبح تأكيدا هندسيا بحتا عند **نيوتن**»[2]، ويضيف في المشكلة الثانية والخمسين ارتباك المراكز من خلال توحيد المناطق، فيقول:« فيمكن أن نحقق نتائج أفضل ، **فنيوتن** دائما في شق متصاعد لأنَه في الخطوة الأولى يجب أن تكون القياسات هندسية وميكانيكية هندسية، **فنيوتن** يشبه إلى حد كبير أولئك الذين يصنعون السر والغموض ويقول مرحبا بكل شيء في الآذان »[3]، فيرى هذا الأخير أنَ الرياضيات النيوتنية بعيدة عن الفلسفة الطبيعية وتجعل من الصعب علينا أن نفهمها، في حين أسرار الطبيعة وحدها كافية لفهمها فهو يرفض ازدواجية **نيوتن** وأظهر له بأنَ الرياضيات التي يستخدمها مشكوك فيها فهو يكتب من أجل أن يوضح كل شيء ولكن في الحقيقة هو لا يظهر أي شيء، ويصر أيضا على أنَ الفيزياء لا يمكن البرهان عليها من خلال الفيزياء وأيضا ليس من خلال الرياضيات.

---

[1] - luis du castel, **le vrais système de la physique général de m : Isaac newton**, op, cit, pp, 331, 332.
[2]- ibid, p, 333.
[3] - ibid, p, 339.

بعد هذه السلسلة من الدحض في استخدام الرياضيات في الفيزياء سيذهب **ديكاستل** بكثير من الشغف لإظهار كل شيء، الأمر الذي يؤدي إلى نتائج قابلة للمناقشة بسهولة، لذلك يرى في المشكلة الخامسة والخمسين، بأنَ توحيد المناطق هو مؤثر لا علاقة له بالقوة المركزية، ويرد على ذلك بالبرهان وإظهار نقطة الخلاف بينهما فهو يرى أنَ مساواة المناطق هي مؤشر واضح لوجود مركز ومركز القوة [1]، في حين أنَه يرى أنّ هذا الأمر غير واضح فيقول:« هناك ألف نهاية واحدة لنقاط تكون حول المناطق موحدة بشكل أساسي، بدون أن تكون هذه النقاط قادرة على أن تحمل الاسم الحقيقي للمركز »[2]، لذلك يصف المشكلة التي من خلالها تسمح له بتحدي **نيوتن** فيقول: « نحن نعتبر أنَ الخط **ABCD** يعتبر حركة واحدة لـ **AB** ، **BC**، **CD**و، **DE**، متساوون لذلك تنتقل في أزمان متساوية، فمثل هذه الحركة المستقيمة بالتأكيد ليس لها أي شيء مركزي، ومن أي نقطة لـ **s**، نقوم برسم **SA** و**SB** و **SL** و **CD** و **SE** إلخ؛ بحيث تشكل هذه الخطوط مسافات متساوية في مثلثات متساوية ل **SAB** و **SBC** و **SDC** وما إلى ذلك فإذا كان لدينا نفس تفكير **نيوتن** فإننَا نستنتج من هذا التكافؤ للمناطق وأنّ **S** هي مركز الحركة وهي موضوع القوة، ونظرا لأنَه يمكننا نقل **S** في أي مكان فيمكننا أن نستنتج أنَ هذه الحركة بها عدد لانهائي من المراكز »[3]، ويضيف قائلا:« لذلك من خلال امتلاك قوة واحدة، يصح القول فقط أنّه لا توجد أي نقطة إطلاقا »[4]، فهو لا ينكر أنَ **نيوتن** يستخدم هذه الخاصية فقط في حالة الحركات المنحنية وليس على الحركات المستقيمة، لكنه يصر على الطابع الغامض لهذا المركز، ويواصل هجومه على **نيوتن** في حساب التفاضل والتكامل فيقول: « من النهاية إلى اللانهاية هناك تقدم بالنسبة للهندسي كما قال **نيوتن**، فإذا كانت المساحات اللانهائية صغيرة ولانهائية

---

[1]- Patrick guyot, **la mise en place d'une nouvel philosophie de physique**, op, cit, p,90.

[2] luis du castel**, le vrais système de la physique générale de Isaac newton, expose et analyse en parallèle avec Descartes,** op, cit -, 350.

[3] - ibid, p, 91.

[4]- ibid, p, 352.

ومتساوية، فإنَ المناطق المقطوعة هي أيضا في مجموعها متساوية »[1]، فمن خلال هذا العمل يظهر أنَ **ديكاستل** يريد أن يكون المتحدث باسم جميع المهتمين بالعلوم لأنهم ليس لديهم خلفية رياضية كافية لفهم **نيوتن**، ويفضلون أنَه يمكن شرح الطبيعة بكلمات وأرقام هندسية ابتدائية، أي أنهم رفضوا استخدام حساب التكامل والتفاضل والذي هو جزء من الفيزياء وشعروا بأنَه وسيلة لإخراجهم من فهم العالم، يؤمن **نيوتن** بكل شيء في الفيزياء، عندما يمثل الطبيعة والظواهر والملاحظات والأشكال الهندسية والحسابات، فتوقع **ديكاستل** الإبادة الحقيقة للفيزياء، ذلك بعد أن فسح **نيوتن** المجال أمام الرياضيي‌ن واقتحموا مجال الفيزياء.

-4-3- لويس مور دي موبرتيس وبريفات دي موليار :

يعتبر **لويس دي موبرتيس Moreau Louis Pierre de Maupertuis**(1698-1757)* أول من أدخل الفيزياء النيوتنية إلى فرنسا وهناك نص طبع في فرنسا لأول مرة في باريس سنة 1732م في الفقرة الثانية بعنوان **النقاش الميتافيزيقي حول الجاذبية**، حيث أراد شرح الجزء المبهم في نظرية الجاذبية وهو مفهوم الجاذبية فيقول: « إنَّها عدالة يجب أن يحققها المرء **لنيوتن** فهو لم ينظر إلى الجاذبية كتفسير وزن الجسم وجعله السبب في تأثير الأجسام على بعضها البعض، لقد حررنا من استخدام هذا المصطلح في تحديد الوقائع باتخاذها أسباب، وإنّما استخدمه أيضا لتجنب التفسيرات والأنظمة الميتافيزيقي ة، لأنها قد تكون الدافع الحقيقي لانحناء الأجسام، ولكن مهما كان الأمر فقد كانت دائما حقيقة أولى يمكن أن نعتمد عليها لشرح الحقائق الأخرى »[2]، فدفاع هذا الأخير كان مبنيا على أنصاف **نيوتن** في الجاذبية، لذلك يعتبره هو المكتشف الأول لحقيقة الجاذبية.

---

[1]- luis du castel**, le vrais système de la physique générale de Isaac newton, expose et analyse en parallèle avec Descartes,** op, cit, p, 362.

*

[2] - Maupertuis louis pierre moreau, **lettre 12,** in ouverts 4 vol, 1768II, P 284.

كما يوضح أيضا أنَه ليس زحل فقط هو بحجم كبير مقارنة مع الكواكب الأخرى، ولكنّه أيضا بعيدٌ عن الشمس كما يقول: « يجب أن تكتمل هذه الحلقات حول الكواكب الكبيرة بدلا من الكواكب الصغيرة، يجب أن تتشكل أيضا حول الكواكب البعيدة عن الشمس أكثر من تلك القريبة منها، نظرا إلى أنَ سرعة المذنبات في هذه المناطق البعيدة تسمح بممارسة نشاطها لفترة أطول وبمزيد من التأثير »[1]، فمن هذا القول يسعى هذا الأخير ليوضح انطلاقا من الجاذبية العامة التغيرات التي تحدث في عالم النجوم، ففي الواقع أدت الدقة المتزايدة للأرصاد الفلكية إلى استنتاج مفاده أنَ عالم النجوم، هو الآخر يخضع لجملة من التغيرات بفعل تأثير الجاذبية وهو ما يفسره لنا من خلال قوله: « إذا كانت هناك بين النجوم ما هي مسطحة، فإنَها ستظهر لنا كنجوم كروية وإذا جاء وضعها مغاير بالنسبة إلينا، فإننا سوف نرى نور هذه النجوم تنطفئ تماما إذا كان تسطيحها والمسافة كبيرة »[2]، فلهذا يستخدم جاذبية **نيوتن** لتفسير التغيرات التي تحدث في النجوم بافتراض النجوم المتغيرة عبارة عن شمس والجاذبية التي تمارسها الكواكب التي تدور حولها في لحظة انتقالها إلى الحضيض هي التي تحدث التغيرات، ويخلص إلى أنَه:« في الأشياء غير المعروفة مثل الكواكب التي تدور حول هذه الشمس، بأعدادها وتأثيرها وزمن دورنها ومن خلال تأثير الكواكب على بعضها البعض أرى أنّ هناك الكثير من الظواهر ليست متكافئة من حيث الظهور والاختفاء والزيادة والنقصان في الضوء »[3]، فكل الظواهر السماوية استطاع هذا الأخير تفسيرها انطلاقا من نظرية نيوتن في الجاذبية العامة.

أما **بريفات دي موليار Joseph Privat de Molières(1676-1742)**، في يوم 23 مارس 1733م يعود إلى الأكاديمية بمجموعة من الأبحاث السابقة والتي عنوانها، القوانين المتعلقة بسرعة الكواكب في الأجرام السماوية موضحا ميكانيكيته في نظام كامل،

---

[1] - Maupertuis louis pierre moreau**, discours sur les figure des astre, in ouvert I,** P, 92.
[2] - ibid, p, 92.
[3] - ibid,92.

ويتذكر قانون **كبلر** وكيف برهن **نيوتن** على عدم توافق القانون مع الدواما ت في النظام الشمسي الذي يتبع قانونا واحدا ولا يمكن أن يتبع قانونا آخر فيقول: « وبكثير من الأمل وبعكس ما برهن عليه السيد **نيوتن** في حسابه بأنَّ هذه الدواما ت لا تتوافق مع هذين القانونين لأنَ هذا القانون استمرار ضروري لميكانيكا أخرى »[1]، يبدو هذا القول ردا على انتقاد **نيوتن** في نظرية الدوامات من أجل وضع هذه النظرية في اتفاق مع النتائج التجريبي ة وهو ما يذكره من خلال هذه المعالجة فيما يخص وجود دواما ت كروية، وبالتالي تخضع لقيود متطابقة ومتماثلة مع الدّوامات المحيطة بها فيكفي كما رأينا أن نحصر أنفسنا في نقاط ملقاة على خط الاستواء حيث يتم رفع هذه التناقضات فيقول: « وهكذا كما هو الحال في نظام كوكب المشتري، فإنَ الأقمار وفقا للسيد **نيوتن** تدور في محيطات ودوائر متحدة المركز مع هذا الجسم السماوي في خط الاستواء وأنَ طول مسيرتها وسرعته متساوية، فحتى وإن كان نظام المشترى هو دوامة مضغوطة من جميع الجهات فهي كروية الشكل وبالتالي لن يكون أي تعارض مع قوانين **كبلير**»[2]، فإذا كانت الدواما ت الكروية أقل ضغطا على جانب واحد فسوف نفترض إذن وجود شكل بيوضوي كما يقول: « لقد أثبت في مذكرات 1728م أنَ قوة الطرد المركزي لجميع الدوامات الكروية تتناسب فيما بينها بنسب عكسية إلى مربعات مسافتهم في المركز **F**، ومن الواضح أنّه في دواما ت كروية الشكل والتي تختلف قليلا عن الشكل الكروي سوف تكون هذه القوى في نفس العلاقة »[3]، **فبريفات** يؤكد للعلماء الأكاديمية على أنَ قانون **كبلر** يتوافق مع نظام الدوامات ويضيف إلى ذلك فيقول: « إذا كان هناك بعض الاستحالة لموافقة هذا القانون مع نظام الدواما ت يمكن أن تأتي فقط من جانب

---

[1] - m' l'abbé de Molliers, **les lois de l astronomiques des vitesses des plantes dans leur orbes, expliques mécaniquement, dans le système plein**, in mémoire de l' académie des sciences, 1733, p, 301.

[2] - ibid, p, 303.

[3] - ibid, 309.

الأسباب المادية، وليس من سبب هندسي بحت »[1]، إنَ الملاحظة الأخيرة التي يبديها **بريفات** يريد بها توحيد نظرية **نيوتن وديكارت** مع التعديلات التي قام بها فيقول: « إنَ مقاومة الدوامات تسمح للقوى المركزية بتحديد نقاط الدوامات وذلك بعكس مربع المسافة، لأنَها سوف توصلنا إلى نفس النتائج، وبالتالي تكون بديلا عن قوة الجاذبية التي استخلص السيد **نيوتن** نفس الاستنتاجات»[2]، وهذا يثبت أنَ ما أظهره **نيوتن** هندسيا يصلح لتطبيق أيضا في نظرية الدوامات، كما سينهي **بريفات** هذه الدراسة بانتقاد **نيوتن** لقيامه بصياغة قانون دقيق، بينما حسابه أثبت نظام تقريبي بشكل أفضل فيقول: « سيحدث أنَه إذا كانت نقاط الدوامات تحتوى على هذه القوة ستزيد وتقلل من النسبة العكسية لمربع المسافة، لأنَ هذه النقاط التي ستصفها ستكون أيضا تقريبية متناسبة مع الزمن، وستكون أكثر توافقا مع الملاحظات الفلكية التي أعطيناها بالتقريب وليس الدوافع الهندسية هي التي يمكنها من دراسة هذه الظواهر، لأنَه في الأخير لن يحدث أي شيء باستثناء أنَ القوى الميكانيكية لدوامات هي التي ستزودنا بمزيد من الدقة في القوانين الفلكية لأنَه في الواقع ما تقدمه القوى الميتافيزيقية لسيد **نيوتن** هي الدقة الهندسية فقط»[3]، وهذا كل ما أراده **فرونتال** والذي يختتم عرض **بريفات** بالكلمات التي تعبر عن رضاه فيقول:« لذلك يحتفظ **دي موليار** بجميع النظريات الجميلة للسيد **نيوتن**، بأن يجعلها أقل نيوتنية إلى حد ما، عن طريق تحريرها من الجاذبية، ونقلها إلى الملأ الذي أعيد لها ولم تعد بحاجة إلى الجاذبية وهذا شيء ليس محزن بالنسبة له »[4]، فكل نظريات **بريفات** في الدوامات هي حقيقة عمل يراد بيه اختبار مدى توافق آراءه وتعليقاته مع النظرية

---

[1] -, p, 305.

[2]- ibid m' l'abbé de Molliers, **les lois de l astronomiques des vitesses des plantes dans leur orbes, expliques mécaniquement, dans le système plein**, op, cit, p, 310.

[3] -ibid , p, 311.

[4] - Fontenelle, **sur la conciliation des deux règles astronomiques de Kepler dans le système des tournillions,** histoire de l'académie des sciences, 1733, p, 93.

النيوتنيّ، وكل العمل الذي قام بيه أيضا هو محاولة للتوفيق بين نظرية **نيوتن** في الجاذبية العامة و نظرية **ديكارت** في الدوامات.

4-4- بيير دوهم Pierre Maurice Marie Duhem(1861-1916):

يعد أحد أهم الفيزيائيي ن الفرنسيين الذي كان لهم وجهة نظر عن مبدأ الجاذبية العامة عند **نيوتن** وتظهر هذه الآراء خاصة في كتابه **النظرية الفيزيائية** فيقول: « دعونا نلقي نظرة عامة على هذا التطبيق للأسلوب النيوتني، دعونا نرى ما إذا كان هذا التحليل المنطقي الصارم إلى حد ما سوف يترك لنا مظهرا من الدقة والبساطة »[1]، فهو يرى بأنّه عندما نخضع الأسلوب النيوتني إلى التحليل الدقيق سنرى ما إذا كان سيحافظ على الدقة والبساطة فإنَ تحقق ذلك فهذا يعني أنّ **نيوتن** قد استطاع أن يقدم خدمة كبيرة للفيزيا ء، فبعد هذا الموجز اليسير يوضح أننَا لا نستطيع التحدث عن قوة الجاذبية التي تلمس الجسم من دون إصلاح نظام مرجعي سابق يأخذ **نيوتن** الشمس كأصل هذه المراجع، ويعترف أنً الكواكب تنجذب إليها دون رد فعل معاكس كما يبدو أنَ قوانين **كبلر** تفسر هذا النموذج، ولكن من خلال الأبحاث التي أجراها وجد أنَ **نيوتن** قد صاغ قانون عام فيقول: « أي جسمين سماويين يمارسان على بعضها البعض الجاذبية، موجهة على طول الخط الذي ينتظم إليهما بما يتناسب مع تربيع كتلتيهما، وعكس اتجاه مربع المسافة التي تفصلهم، فيفترض أنَ جميع الحركات وجميع القوى يمكن مقارنتها بنفس المفاهيم وهذه المفاهيم هي نقطة مرجعية مثالية يمكن للجسم أنَ يتصورها، ولكن لا توجد علامة للجسم بطريقة دقيقة وملموسة، تؤكد موضوعها في السماء »[2]، ولسبب ما يتساءل **دوهم** إذا كان مبدأ الجاذبية العامة يمكن اعتباره تعميما بسيطا لقوانين **كبلر** فيجيب: « بالطبع لا، ففي الواقع ليس قانونا

---

[1] - Pierre Dehum, **la théorie physique et sont objet et sa structure**, chevalier & Rivier, paris, 1906, p, 315

[2] - ibid, p, 316.

عاما من هذه القوانين، فهو غير متجانس ويتناقض مع هذه القوانين »[1]، فبعد هذه الاعتبارات يخلص **دوهم** إلى القول بأنَه: « لا يمكن استخلاص مبدأ الجاذبية العامة من خلال التعميم والاستقراء وليس من القوانين الملاحظة التي صاغها **كبلر**، لأنَها تتناقض مع هذا القانون، وإذا كانت نظرية **نيوتن** صحيحة، فإنَ قوانين **كبلر** خاطئة بالضرورة »[2]، فبعد أن رأى عدم توافق قوانين **كبلر** مع مبدأ الجاذبية العامة، يتطرق إلى مشكلة جديدة فيتساءل عن كيفية تغير الفرق الطفيف بين المسارات المحسوبة وفقا لقوانين **كبلر** والتي تمت بمساعدة نظرية الجاذبية، فيقترح أن تكون كتلة الشمس مقاربة للكواكب، لكن يبقى السؤال المطروح عن مدى يقينية نظرية **نيوتن**؛ إذ لم يكن ذلك نابعا من اليقين في قوانين **كبلر**، لذلك يقترح أيضا إدخال المفاهيم التكرارية لتحديدها، لكن يؤكد أيضا على مدى الترابط بين جميع جوانب النظرية الفيزيائيةِ والتي يجب أن تأخذ بعين الاعتبار، إذا كان يريد أي أحد التحقيق في حقيقة قانون الجاذبية العامة ويلاحظ الطابع الرمزي للقوانين الفيزيائية [3]، فيقول: « بلا شك، تحمل قوانين **كبلر** في الملاحظة المباشرة لموضوعات الفلك، فهي أقل رمزية لكن بدون هذا الشكل التجريبي المحض، تظل هذه القوانين غير لائقة لاقتراح مبدأ الجاذبية العامة ولكي يكتبوا هذه الخاصية يجب أن تتغير هذه القوانين، بحيث يتم التعرف على خصائص القوى التي تجذب بها الشمس الكواكب المختلفة »[4]، **دوهم** يميز بين الأساس التعميمي للنظرية فيما يتعلق بالحقائق التجريبيةِ، موضحا أنَ الديناميك فقط كنظرية فيزيائية هي القادرة على إعطاء معنى للقوة والكتلة، من خلال تأطير الجزء الخلفي للنظرية ومنحهم محتوى رمزي فشرعية هذا الاستعمال الحقيقي لهذا الرمز تعني الثقة الكاملة في قوانين الديناميك ا، والنظرية الديناميكية التي تم تطويرها في **المبادئ**، والتي منحت بالاتفاق مع حقائق الملاحظة

---

[1] - Pierre Dehum, **la théorie physique et sont objet et sa structure** op, cit, p, 317.

[2] ibid-, p, 317.

[3] - Prosper Schröder, **la gênés de la lois de la gravitation universelle et la tentative de sa démonstration a travers de trois corps de et la théorie de la lune de newton,** op, cit, p, 12.

[4] -Pierre Dehum, **la théorie physique et son objet et sa structure**, op, cit, 319.

والإمكانيات العددية هي التي طورها **نيوتن** وهي ما قدمت التفسير المقنع لقانون الجاذبية العامة.

أخيرا يلخص لنا **نيوتن** جوهر مقاربته المنهجية عندما يكتب فيقول: « إنَ التحكم التجريبي الوحيد لنظرية فيزيائية غير منتظمة هو مقارنة نظام النظرية الفيزيائية بالكامل بمجموعة من القوانين التجريبي ة، والحكم على إذا ما كانت هذه القوانين التجريبي ة تمثل النظرية الفيزيائية بطريقة مرضية »[1]، لذلك لا توجد إمكانية منطقية تسمح من التحقق من قانون فيزيائي من خلال التجربة وحدها، لذلك يجب أن نخضع القانون المستمد من الملاحظة أولا إلى التفسير الذي يحولها إلى قانون رمزي، وهذا التفسير الذي يحولها إلى قانون رمزي، كما أنَ هذا التفسير يعني الالتزام بمجموع ة كاملة من النظريات، كما يلاحظ أيضا أنَه لا يوجد قانون تجريبي دقيق بل هي مقاربات فقط؛ أي بمعني هو قانون لامتنا هـ ي من الصياغات الرمزية لذلك يجب على الفيزيائي اختيار الصياغة التي ستزود النظرية بفرضية خصبة دون خبرة في توجيه اختباره، كما يضيف إلى ذلك فيقول: «... أصبحت افتراضات علم الفلك من الآن فصاعدًا أحكامًا حول طبيعة الأشياء السماوية وحركاتها الفعلية»[2]، وعلم الفلك النموذج الحقيقي الذي يحقق هذا النموذج في النظرية العلمية نظير ما حققه من تطور باهر.

[1] - Pierre Dehum, **la théorie physique et sont objet et sa structure**, op, cit, p, 328.

[2] - Pierre Dehum, **essaie sur la théorie physique de Platon a Galilée**, libraire scientifique, Hermann et fils, 1908 , p, 139.

الفصل الرابع: طبيعة العلاقة بين مفهوم الجاذبية عند أرسطو ونيوتن

1- التفسير الفلسفي.

2- التفسير العلمي.

3- التفسير الايبستمولوجي.

1- التفسير الفلسفي:

1-1-المفاهيم:

يتفق **نيوتن وأرسطو** على استخدام بعض المفاهيم كالزمان والمكان والمادة، **فأرسطو** ذاته لم يشك لحظة واحدة في أنَ المكان مطلق وأنَه يمكننا إثبات هذه الخاصية من مجرد شغلنا لمكان معين وانتقالنا من مكان إلى آخر، فهذه الملاحظة تؤكد لنا أنَ المكان موجود ما دمنا نشغله بالفعل[1]، ولكنه مع هذا ينكر صفة الجسمية للمكان قائلا:« من المحال أن يكون المكان جسما، لأنه يلزم من ذلك أن يكون جسمان في مكان واحد بعينه، كما يترتب على هذا أنَه لا يمكن لنا أن نتصور المكان على أنَه ذا صورة ومادة، لأنَ هذا الافتراض يشكل صعوبة في إدراك طبيعة المكان، إذ أنَ الصورة والمادة لا يمكن أن تنفصلا عن الشيء، بينما يمكن للمكان أن تنفصل عنه، ذلك لأن المكان الذي كان فيه هواء نجد أنّه قد حل فيه ماء... وأيضا فإنّ المكان ليس جزء ولا حالة، ولكنه منفصل عن الشيء »[2]، ومن هنا نجد **أرسطو** يقدم بعض الحجج التي تثبت رأيه هذا عن المكان المطلق، ومنها أنَ المكان من حيث هو مفارق فإنَه ليس بصورة للمركب، كما أنه من حيث هو محيط فهو ليس بهيولى ذلك أنَ الهيولة لا تحيط بل يحاط بها، كما أنَ المكان منفصل عن المركب، أما الهيولة والصورة غير منفصلين، ومن ثم فالمكان مخالف لهما، كذلك فإن الأجسام تتحرك دائما نحو المكان، والشيء لا يتحرك إلى ذاته لأنَه يتحرك إلى ما هو له ولو كان المكان هيولى أو صورة لكان ذات الشيء مركب، ومن جانب آخر فإنَ المكان قد يوصف بأنَه إما فوق أو أسفل، أما الهيولة والصورة فلا يمكن أن تتصف بفوق أو أسفل ومع هذا أيضا يرى **أرسطو** أن هناك صورتان للمكان مكان مشترك يوجد فيه جسمان أو أكثر، ومكان خاص

---

[1]- ماهر عبد القادر محمد علي، **فلسفة العلوم و المشكلات المعرفية**، ط1، دار المعرفة الجامعية، مصر، 2000، ص،140.

[2]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p p, 144, 145

يوجد فيه كل جسم أولا [1]، فمن خلال كل هذا يظهر أنَ **أرسطو** يقدم مفهوم المكان المطلق بعيدا عن كل تفسيرات الفلاسفة السابقين عليه، فتحديد المكان عند المعلم يخضع لجملة من الشروط والتي ذكرها في الأعلى، وإذا لم تنطبق هذه الشروط على المكان الذي يتصوره يعتبر تصورهم خاطئ وباطل.

أما **نيوتن** فيعرف المكان المطلق بأنَه: « لا يكون في علاقة مع الأشياء الخارجية، ساكن ومتشابه دائما وثابت »[2]، فأقسام المكان المطلق لا تُرى بمعنى أنَه ليس شيئا حسيا تجريبيا وأنه مبدئيا بدون علاقة مع الأشياء الخارجية الواقعية التي هي في متناول حواسنا، إذن فالمكان المطلق بالنسبة إليه جزء من الفضاء المطلق والشاسع [3]، إذن ما يمكن أن نستخلصه من كل هذا هو أنَ طبيعة المكان عند **نيوتن وأرسطو** هي طبيعة مطلقة وما يفسر أيضا على أنَهما متشابهان في الأفكار الفلسفية ودورها في تدقيق المفاهيم وتوضيح الأشياء الغامضة، وإنَ دل هذا الشيء فإنَما يدل على القيمة الفكرية الكبيرة للرجلين.

فإذا كان المكان مطلق عند **أرسطو ونيوتن**، فإنَ الزمان من خصائصه الجوهرية هي المطلقية، وكما سبق وأن تناولنا مفهوم الزمان عند **أرسطو** والذي يعتبره:« مقدار الحركة حسب المتقدم والمتأخر»[4]، ويقوم هذا التعريف على أنَ كل حركة في الكون لها علة أولى أو متحرك أول، وعلى هذا النحو أرسى أول أساس للزمان العقلاني بالربط بينه وبين الحركة الخارجية، **فأرسطو** يربط بين الزمان والحركة ولعله يوحد بينهما حين يجعله متجددا باستمرار وتبعا لاستمرار تجدده، فهو لا يتصور زمانا إلا زمان أحداث متحركة، وليس ثمة زمان فارغ كما أنَه ليس ثمة مكان خلاء، وإذا كان المكان محدود، فالزمان لا متناهي، ويستحيل أن نعرف الزمان إلا بواسطة الحركة، عندما يقطع جسم متحرك مجموعة من النقاط فنحكم

---

[1]– ماهر عبد القادر محمد علي، المرجع السابق، ص، 141.

[2] - Isaac Newton, **principe de la philosophie naturel mathématique livre1,** op, cit, p, 8.

[3]- أكرم مطلب، المرجع السابق، 2010، ص، 17.

4- Aristote**, la physiquetom2** , op, cit, p p, 236- 237.

بمرور فترة زمنية بين النقطة التي كان فيها في لحظة معينة من الزمان، والنقطة التي أصبح فيها في لحظة أخرى من الزمان، ولابد أن يكون بين اللحظتين فترة زمنية، أو على الأقل لا بَّد وأن يكون في لحظتين مختلفتين، لأن الجسم يستحيل أن يتواجد في نقطتين مكانيتين في لحظة واحدة، وعلى أية حال تظل ماهية الزمان عند **أرسطو** تتجدد باستمرار، تبعا لاستمرار الحركة فالزمان متصل بواسطة الآن، ويقسم بحسبه بالقوة، أي الآن يصل الماضي بالمستقبل فإذا قسمنا الزمان فإن الآن بداية جزء ونهاية جزء ليتوقف أرسطو عند الآن، الحاضر ليعتبره وحدة الزمان [1]، إذن فالزمان المطلق عند **أرسطو** هو الزمان الذي ليس له بداية ونهاية ويكون مقياس ومقدار الحركة حسب المتقدم والمتأخر واللحظة هي الوحدة الأساسية لقياس الزمان، أما تعريف الزمان عند **نيوتن** فقد استخدمه بنفس معنى **أرسطو** ما عدا في تقسيمه، ففي المفهوم الأول يعرف الزمان على أنَه: « الزمان الصحيح والرياضي هو في علاقة مع الأشياء الخارجية، يتدفق بشكل مستمر ويسمى بالديمومة »[2]، وفقا لهذا القول الذي يقدمه **نيوتن** فإنَ الزمان ينتج باطراد سواء أكان شيئا ما أو متغير أم لا، والزمان في طبيعته الذاتية فارغ ويُملأ فقط بطريقة ثانوية أو إضافة المتغيرات، وتلك المتغيرات تحدث في الزمان، ولكن ليست الزمان ذاته وبطبيعة الحال فإنَ هذا التمييز بين الزمان والصيرورة المشخصة من أساسيات الفيزياء الكلاسيكية[3]، أما عن وحدة قياس هذا الزمان يرى أنَ الحل يكمن في:« الزمان النسبي إنَما هو قياس محسوس وخارجي للزمان المطلق ويقدر بحركات الأجسام سواء أكان دقيقا أم غير دقيق أو غير متساوٍ، وهو عادة ما يستخدم بدلا من الزمان الحقيقي مثل الساعة والأيام والأشهر والأسبوع »[4]، فالزمان النسبي هو الزمان الظاهر والمتداول وهو قياس محسوس من ديمومة معينة من الحركة وهو على وجه التحديد قياس

---

[1]– يمني طريف الخولي، المرجع السابق، ص ص، 104، 105.

[2] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 8.

[3]– ماهر عبد القادر محمد علي، مرجع سابق، ص، 148.

[4] - ibid, p, 8.

الساعة واليوم والشهر... إلخ ، فمن خلال كل هذا يظهر أنَ الزمان مطلق عند **أرسطو ونيوتن** ويظهر ذلك من خلال تعريفاتهم كما جعلوا منه مقدار لقياس الحركة، أما عن الزمان النسبي الذي تحدث عنه نيوتن فليس غرضه في ذلك فصله عن الزمان المطلق بل يعتبره جزء لا يتجزأ من ذلك الزمان ويدخل كل ذلك في تحديده لمفهوم الزمان المطلق، ومجمل القول في قضية الزمان والمكان عند الرّجلين، وحتى قبل نشأة العلم الحديث بقرون كانت الفلسفة قد صاغت نظريا ما هو معطى للحس المشترك فذهبت إلى أن العالم الخارجي أو الكون سلسلة من الظواهر يستحيل منطقيا حدوث أيها خارج نطاق الزمان والمكان، إذن فالزمان والمكان هما القالب الذي يُصب فيه هذا الوجود جملة وتفصيلا، وانتظم بفضليهما على هيئة كون؛ أي كون منظم والكون الذي تتعامل معه الفيزياء الحديثة هو المادة التي تتحرك في المكان والزمان والنظرية الفيزيائية العامة هي التي تحدد هذه الحركة، أي حسابات الانتقال من نقطة إلى أخرى في المكان بسرعة معينة خلال مدة من لحظة إلى أخرى في الزمان، ونظرا لعمومية الفيزياء وشموليتها وتربعها على قمة نسق العلوم التجريبية، فإنَ سائر فروع العلوم الأخرى، سواء الطبيعية أو الحيوية أو الإنسانية تسلم بمسلمات الفيزياء فعوالمها مجرد زوايا أكثر خصوصية في عالم الفيزيا ء الذي هو مادة متحركة في الزمان والمكان، ومن ثم فإنَ الزمان والمكان صلب عالم العلم أو الوجود الذي يتعامل معه العلم[1]، فالمكان والزمان مقولات ضرورية في تفسير الكون سواء بالنسبة للفيلسوف أو العالم، **وأرسطو ونيوتن** نموذجان يؤكدان على مدى أهمية المكان والزمان في بناء فلسفتهما وفي تفسير العالم، فكلاهما يعتبران المكان والزمان نقطة كل تفسير فيزيائي.

كما اهتم الرجلان بطبيعة المادة المكونة لهذا العالم، إذ أنَ آراء السابقين على **أرسطو** في تفسير ظاهرة الكون والفساد تدور حول محورين، فالفريق القائل بأنَ أصل العالم مادة واحدة كان أَمْيَلَ إلى تفسير الكون والفساد بما يسري داخل هذه المادة من تفاعلات

[1]– يمنى طريف الخولي، مرجع سابق، ، ص ص، 11، 12.

وتحولات نتيجة التخلخل والتكاثف مثلا كما عند **انسكيماس** وهذه التفاعلات يتحول بمقتضاها العنصر ذاته إلى عناصر أخرى وكذلك الأمر في المكونات لهذه العناصر، أما الفريق الآخر الذي يقول أنصاره بأنَ العناصر الأربعة مجتمعة في الأصل، فيعتبر أنَ الكون والفساد نتيجة إما اجتماع هذه العناصر وأجزائها أو تفرق هذه العناصر وأجزائها، فاختلاف العناصر يعني التكون، وتفرقها يعني الفساد كما عند **انبذوقليدس** والحقيقة التي كشف عنها **أرسطو** أنَ كلا هذين الرأيين لا يفسر ما يطرأ على الكائن من تحول جوهري في الشيء بحيث يتحول من شيء إلى شيء آخر أو من كون بشكل معين إلى فساد لهذا الكون، ومن ثمة ما يوجد متكونا من العناصر الأربعة وثمة ما يتحلل ويفسد، ومن هذا التحلل أي من هذا الفساد يحدث التحول نحو التركيب أو إيجاد شكل كون جديد [1]، إنَ ما نفهمه من هذا أنَ الكون والفساد مسألة طبيعية ومستمرة وهي تعبر عن التحول الدوري بين الكائنات والعناصر والأشياء، وقد أرجع **أرسطو** التوالد المستمر للإله وهو ما يظهر من خلال هذا القول: « إنَ الإله قد أكمل الكل بأن جعل التوالد متصلا وأبديا »[2]، فالكون ليس من عدم مطلق وإنما هيولى قديمة وحركة مصاحبة لها، وهو لا يتجه في رأيه كذلك إلى فساد مطلق، فهو كون دائم لا نقطة بداية مطلقة له ولا نقطة نهاية، وهو بين هذا وذاك في حالة وجود مستمر عبر حركة توالد ذاتية بين الكون والفساد، وبطبيعة الحال فهما لا يعنيان الفساد والتحلل أو الوجود الكامل المطلق بل هو بين هذا وذاك تتحول العناصر المادية وكذلك الأجسام بعضها إلى بعض عبر تحولات محسوبة ودقيقة وتبقى الصورة النوعية لأي كائن كما هي لا تتبدل [3]، فهذه النصوص توضح مدى اهتمام **أرسطو** بشرح عملية التكون والتشكل في هذا العالم والبحث عن المادة الأولى له، وفي في مسألة المادة لا يختلف **نيوتن عن أرسطو** ، لأنَه

---

[1]- مصطفي سامي النشار، المرجع السابق، ص، 148.

[2]- أرسطو، **الكون والفساد**، المصدر السابق، ص، 210.

[3]- مصطفي سامي النشار، المرجع السابق، 148.

يدرك أنّ الإطاحة بالأنظمة القديمة وإنشاء مكانه نظام جديد يتطلب أولا إدرا ك أهمية النظام القديم والنظام القديم في الفيزياء الحديثة هو نظام **نيوتن**، ويمكن تبني هذا النظام من خلال السؤال الذي يجيب عنه: ما هي مقومات الكون المادي؟، كما هناك ثلاثة حقائق هي المادة والمكان والزمان[1]، والذي سبق وأن تناولهما لذلك سوف نركز على المادة ففي رأيه يمكن أن نعرف هذه المادة عن طريق التجربة فيقول: « يمكن أن نعرف صفات الأجسام فقط من خلال التجربة، لذلك يجب أن ننظر إلى الصفات العامة التي توجد في جميع هذه الأجسام، لأنَه يستحيل تجريد الأجسام من الصفات التي لا يمكن تقلصيها... »[2]، فمعرفة المادة عند **نيوتن** يتطلب التجربة وعن طريقها يمكن تحديد طبيعة المادة المكونة لأي جسم، أما عن خواص المادة فيعدها فيقول: « نستنتج أنَ جميع الأجسام لها هذه الخصائص من تمدد، وصلابة، وعدم القدرة على الحركة»[3]، ومن خلال كل هذا يمكن أيضا أن نعرف كيف يمكن أن نستخلص التغيرات التي تحدث في المادة فيقول: «... والقصور الذاتي يأتي من التغيرات التي تحدث في التمدد والصلابة، وعدم القدرة على الحركة... »[4]، فتغير حالة الجسم من الخصائص التي سبق وذكرها **نيوتن**، تكون في القصور الذاتي لأجزاء المادة المكونة لهذه الحركة، ويضيف أنَ الهدف المثالي لنظامه هو « أنّ جميع الأجزاء الصغيرة لجميع الأجسام ممتدة، صلبة لا يمكن اختراقها، متحركة، ولها قوة القصور الذاتي، وهذا هو الأساس في العالم المادي»[5]، فهذه الرؤيّة مكنته من تفسير العالم المادي من خلال فهم خواص المادة؛ لأنَه كان يدرك بأنها هي الأساس في العالم المادي، وقد حقق نظام **نيوتن** نجاحا في العديد من المجلات، ولا سيما في مجال الفيزيا ء والكيميا ء، وتمت له الغلبة بشرحه ظواهر الحركة

---

[1]- روبرت اغروس وجورج نستاسيو، **العلم من منظوره الجديد**، ترجمة، كمال خلايل، دط، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1978، ص، 19.

[2] - Isaac newton, **principe mathématique de philosophie naturel livre3**, op, cit, p, 471.

[3] - ibid, 472.

[4]- Ibid, 472.

[5] - ibid,472.

والحرارة والضوء والكهرباء، وطبيعي أن هذا النجاح ولّد في النفوس رغبة في توسيع نطاق هذا الأسلوب في الشرح؛ بحيث يشمل جميع حقول المعرفة بما فيها علوم الأحياء والنفس والتاريخ والاقتصاد، وقد أسفرت إمكانية الكشف عن أسرار جزء كبير من العالم الطبيعي، بافتراض وجود المادة وحدها، إلى دفع بعض العلماء تدريجيا إلى اعتبار المادية جزء من الأسلوب العلمي ذاته على نحو جعل الباحث العلمي يصرف النظر عن معتقداته الشخصية، ويمضي في حججه العلمية على أساس افتراض كون المادة وحدها هي الحقيقة، أو أنها على الأقل كل ما يمكن معرفته عنها بطريقة علمية ولعل في وسعنا أن نطلق هذا الاسم على المادية المنهجية، وواضح أنَ "نيوتن" نفسه لم يكن من المؤمنين بالمذهب المادي؛ إذ لم يكن يأمل أن يشرح عن طريق نظريته في الميكانيكا جميع الأشياء بل جميع الأشياء المادية[1]، فمن الواضح أنَ الرجلان اهتما بالعالم المادي لأنَه هو الأساس في نظرهما للإجابة عن جميع التساؤلات حول طبيعة المادة المكونة له وخصائصه، واهتمامهما بهذا الموضوع دفع العلم إلى تحقيق قفزة نوعية في جميع المجالات بما فيها مجال الحياة الإنسانية.

-1-2- مبدأ العلية Causalité:

كان أحد المبادئ التي بنى عليها **أرسطو ونيوتن** فيزيائيهما، وهو الذي سنعمل على توضيحه من أجل تقصي وجهة نظرهما حوله، فكلمة "علة" في اليونان تدل أولا على الاتهام، بل على ارتكاب الإثم والجريمة، ومنها الصفة تدل على السؤال وفي اللاتينيةِ الكلمة **causa** تدل على السبب إلى ما يحدث شيئا وعلى المحاكمة والدفاع في القضاء [2]، وإذا أردنا استقراء مصادر فكرة العلية وجدنا: أولا أنَ العلة هي الفاعل كالإرادة الإنسانية، والعلة بهذا المعنى هي ما أومن ويعزى إليه الأمر، ومفهوم العلة ثابت، فهي لا تستمد قوتها من

[1]- روبرت م اغروس، و جورج ن ستاسيو، المرجع السابق، ص، 20.

[2]- عبد الرحمان بدوي، **مدخل جديد إلى الفلسفة، ط1**، وكالة المطبوعات، الكويت، 1975، ص، 108.

مجرد إحداث ما تحدث، ثانيا العلة هي الفعل المادي الذي يُحدث أثرا، مثل أنَ النار تحرق أو أنّ السهم يقتل حين يصيب مقاتلا، ثالثا العلة هي المولود بالمعني البيولوجي كالأنثى تلد حيوانا[1]، فمن كل هذا نكون قد حددنا معنى العلة بصفة عامة من جهة، ومن جهة أخرى سوف نحاول معرفة العلة بالمعنى الأرسطي والنيوتني، فالأول كان يُعرف عليه أنَ العلم بالعلل وكتاب **الطبيعة** شاهد عليه، والدليل على استخدامه هذا المبدأ قوله: « بعد التفسيرات السابقة، يجب علينا دراسة علة تحديد الأنواع وعدها، وبما أنَ هذه المعالجة تهدف إلى تعريف الطبيعة، ولنعرف أي شيء عنها يجب أن نعرف العلة أو بمعنى آخر يجب أن نعرف العلة الأولى»[2]، إذن فمعرفة الطبيعة عند **أرسطو** تتطلب معرفة العلل ولكن ليس أي نوع من العلة وإنما العلل الأولى، ويقسم هذه العلة إلى أربعة علل وهي العلة المادية، والعلة الصورية والعلة الفاعلة والعلة الغائية، فيقول في العلة المادية **cause matière**:« نحن نسمي العلة في الشيء، من أين يأتي ذلك الشيء، فالنحاس في هذا المعنى هو علة التمثال»[3]، فنلاحظ هنا أنّه يوجد اختلاف في المفهوم في حد ذاته من حيث الوظيفة، فلا يمكن أن نقول حاليا بأن النحاس هو علة التمثال كما فعل **أرسطو**، ولكن يجب أن ندرك معناها العام وأخذه بعين الاعتبار لأنَه مفيدة لشرح نشأتها، فهو يعتبر العلة المادية مبدأ أساسي في المادة وكلي ومحدد لجميع الأشياء، فمثلا الحروف كعناصر تأسيسية للنص، والقضايا بالنسبة لأي استنتاج منطقي، فكل هذه الأمثلة تأكد أيضا على العلة المادية [4]، فمن خلال هذا يظهر أن العلة المادية لها مفهوم واسع وليس كما حدده **أرسطو** ويختصره في علة نشأة الأشياء فقط، أما العلة الصورية **cause formelle** فيعرفها على أنَها:<< صورة

---

[1]– عبد الرحمان بدوي، المرجع سابق، ص، 108.

[2]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 19.

[3]- ibid, p, 20.

4- Roger mislawski, **la causalité dans la responsabilité civile recherche sur ses rapports avec la causalité scientifique**, tom1 , université, de serge pontois, 2015 p, 15.

الأشياء وأشكالها، والفكرة هي التي تحدد جوهر الشيء وجميع الأنواع الأخرى، كالموسيقي فإنَ العلة هو التناسب بين الاوكتاف والأعداد...>> [1]، فالعلة الصورية نموذج الأشياء التي يتم التعبير عنها بالتعريف، مما يجعل من الممكن شرح الأشياء في شكلها ككل، فالكل ليس مجموعة من الأجزاء المجمعة عن توليفة تغطي المادة وتتجاوزها بحيث يمكننا أن نعد الصورة على أنَها التي تعطي الشكل المناسب للمادة فالإنسان يتكون من جسم، والجسم يتكون من أعضاء وعناصر، وكل هذا يعطى وظيفة وعلاقة بين الجسم والعالم الخارجي، وعليه فإنَ العلة المادية وحدها غير كافية لمعرفة الإنسان، لأنَ كل عنصر لا يعمل بالصدفة والصورة وحدها هي التي تعطي لنا هذه المميزات الخاصة لجميع أعضاء جسم الإنسان، لأنَها دائما تعود إلى ماهية الكائن؛ أي أنَها تجعل الشيء كما هو عليه، كما تكشف عن وجود عقل وعن غاية ذكية في الطبيعة، هذه حقيقة أنَ الأمور يجب أن تكون بطريقة معينة وأن تعترف فقط بعدد محدود من السمات [2]، فالصورة هي مبدأ نعرف به الطبيعة ولمعرفة الطبيعة يطلب أيضا معرفة العلة الصورية لأنَها تبحث عن علة الأشياء وجوهرها، أما العلة الفاعلة **Cause active** فيعرفها بأنَها: « المبدأ الأساسي الذي تأتي منه الحركة والسكون، كالأب علة الابن »[3]، ويعني ذلك تحديد العلة عن طريق الفعل كمن يصدر النصيحة فيتقيد بها الطرف الآخر، ففعل النصح هنا هو العلة بتقيد الطرف الأخر بالنصيحة والقيام بها، أما العلة الغائية **Cause finale** فيعرفها بأنَها: « النهاية التي يصل إليها الشيء أو الهدف

1- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 20

2- Roger mislawski, la causalité dans la responsabilité civile recherches sur ses rapports avec la causalité scientifique, op, cit. p,16.

3-Aristote, la physique tom1, op, cit. p, 21

4. ibid. p, 21.

النهائي الذي تصل إليه الأشياء، كالصحة التي هي علة التجول »[1]، فجميع الموجودات الطبيعية حسب المعلم تسعي إلى بلوغ هدفها النهائي فسقوط الحجر من الأعلى إلى الأسفل هو الرجوع والعودة إلى مكانه الطبيعي الذي هو هدفه النهائي. إنَ العلة الفاعلة والعلة الغائية تشكل رابطة دينامكية والتي تطبق على الرابطة الأنطولوجية للمادة والصورة، كما أنَ الغائية توجد أيضا في الموجودات الطبيعية والصناعية، لذلك فالعلة الفاعلة تكون كمبدأ للتغير والحركة ولكن هذا المفهوم يبقى مختلفا، عن كل ما هو شائع في عصرنا، فالإنسان الحالي يرى بأنَ الحركة تتضمن التنقل، أما بالنسبة للإنسان القديم فمعناها فكل تغير يحدث، هو تغير يحدث في الحركة، لذلك وضع **أرسطو** ستة أنواع من الحركات التي يمكن تمييزها انطلاقا من الوظيفة الأساسية لمقولات الوجود، وهي الجوهر وهي حركة الكون والفساد، ومقولة الكمية وهي حركة الزيادة والنقصان، ومقولة الكيف وهي حركة التغير، ومقولة المكان وهي حركة النقلة، والعلة الفاعلة وهي لماذا كل تغير ممكن وبدون تعليل [2]، لقد لعبت العلة دور رئيسي في بناء نسق **أرسطو** الفلسفي، فالعلم عنده هو علم بالعلل وبدون العلة يستحيل أن ندرك طبيعة الوجود، ولن يتسنى إدراك علمه هذا إلا من خلال إدراك مفهوم العلة.

كما يدرج **نيوتن** مبدأ العلة في أبحاثه الفيزيائية، ففي الكتاب الثالث من **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** وبالضبط في القاعدة الأولى والثانية من القواعد التي يجب اتبعها في دراسة الفيزياء؛ بحيث تنص القاعدة الأولى على أنّه: « لا ينبغي أن نقر بالعلل إلا ما هو ضروري لتفسير الظواهر الطبيعية »[3]، ذلك أنّ الطبيعة لا تقوم بأي عمل دون قصد معين أو لا داعٍ أن نقول بأسباب لا توجد في المجال الطبيعي ولا تساعد على تفسير الظواهر، وتنص القاعدة الثانية على أنّه:« يجب رد النتائج التي هي من نوع واحد إلى العلة

---

[2] - Roger mislawski, **la causalité dans la responsabilité civile recherches sur ces rapports avec la causalité scientifique**, op, cit p, 19.

[3] - Isaac Newton, **principe de la philosophie naturel livre3**, op, cit. p, 471.

نفسها»[1]، فمن خلال هذا يمكن الاستنتاج أنَ العلة واحدة مهما كانت النتائج فعلة سقوط الحجر مثلا في أي مكان في العالم هي نفسها في الجزائر، إذن فالسبب دائما يبقى واحد، فالخلاصة من كل هذا أنَ البحث عن العلل هو منهج مؤكد عند **نيوتن** خاصة عندما يتعلق الأمر بالعلة الفاعلة، وهو لم يقع في أي تناقض لمّا مزج في كتابه بين التفسير الميتافيزيق ي والوصف العلّي وبصفة عامة فالعلم الحديث واصل البحث في العلل مبقيا على العلة الفاعلة بالخصوص، ولمّا كان اعتقاد **أرسطو** أنَ هدف العلم هو البحث عن الروابط العلّيّة للأشياء، فإنَ **ديكارت** يرى أنَ مبدأ العلية تعبر عن مبدأ علمي فطري في الإنسان، ولم يشك **غاليلي** في هذا المبدأ وإنَما الجديد أنَه أدخل فيه التصورات الكمية تماما مثلما فعل **نيوتن**، وأخيرا فإنَ **فرنسيس بيكون وجون ستيوارت ميل** اللّذان أخذا على عاتقيهما تحديد مجال العلم الحديث يذهبان إلى أنَ غاية العلم هي البحث عن العلل ويقصدان العلة الفاعلة هذا بالرغم من الهجومات العنيفة ضد الميتافيزيقا والمنطق الأرسطي، وقد بيَّنا بالفعل أنَ منهج البحث عن العلل يدخل في جوهر الفيزياء النيوتنية [2]، فرغم الاختلاف البسيط المسجل بين **نيوتن وأرسطو** كونه أهمل ترتيب العلل عكس **أرسطو** الذي لم يبد أي اهتمام للعلة الغائية واقتصر اهتمامه فقط على العلة الفاعلة، فالشيء والمؤكد هو أنّ البحث عن العلل بقي شيئا مؤكدا عند نيوتن.

-1-3- الميتافيزيقا:

لقد ابتكر طلبة الفيلسوف اليوناني **أرسطو** الذين قاموا بتحرير كتاباته بعد موته مصطلح الميتافيزيقا وقد كان المعنى الحرفي لهذه الكلمة عند استخدامها الأصلي(ما بعد الطبيعة)، وهو العنوان الذي وضعه من حرر مقالات **أرسطو** بعد استخدام عنوان **الطبيعة**، لمقالات رئسيه، وبما أن تلك المقالات بعيدة عن الفيزياء من الناحية الفلسفية بشكل أكثر

[1]- ibid. p, 471.

[2]- عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 103.

عمقا من الطبيعة ومن أي فروع معرفية أخرى، حيث إنها تناولت التساؤل الإنساني؛ أي الأسئلة التي تهتم بالافتراضات الأولية والأسس النظرية للتساؤل الإنساني لذلك أصبحت الميتافيزيقا تعني الحقل الفلسفي الذي يناقش أسئلة أساسية حول طبيعة الوقائع [1]، ومن الملاحظ أنَ المعاني المختلفة التي تستخدم بها هذه الكلمة اليوم، جميعها تحمل جانبا من المعنى الأرسطي لها، وهي بهذا المعنى تتضمن نظريات واعتقادات وفروضا مستقيمة لا يمكن إقامتها استنادا إلى التجربة الحسية، ومع ذلك فهذا لا يعني أنَ الميتافيزيقي ة منقطعة الصلة عن العلم، أو غير هامة بالنسبة له، بل إنَ الحقيقة التي نود إبرازها هي أنَ العلم الحديث لا يعتمد على الملاحظة والتجريب فحسب، وإنَما يستند إلى اعتقادات في مجال البحث العلمي [2]، وتتألف لفظ ميتافيزيقية من مقطعين هما في الأصل كلمتان يونانيتان الأولى " **Meta** " وتعني "بعد" والثاني" **phisica** " وتصير الكلمة بالعربية "ما بعد الطبيعة"، ولكن ليس المقصود من كلمة "بعد"، هو تجاوز العالم الواقعي وإنَما المقصود بها التعمق وراء الظاهر والنظرة المتأصلة للموضوعات لاستجلاء الحقيقة الباطنية التي لا تقع في نطاق إدراكنا الحسي وإنَما في دائرة العقل الخالص المتأمل، إنَ الوجود الطبيعي المحسوس هو وجود خاضع في الأساس لدراسة العلوم الجزئية، وعندما تجيب هذه العلوم عن تساؤلاتنا فإنَ الإجابة تنحصر بدورها في نطاق العالم المادي الذي تعمل فيه، ولذلك فهي حين تقدم لنا حقيقة ما عن موضوع ما، فانَ الحقيقة هنا تكون تعبيرا عن واقعة ملموسة محسوسة تقف هي الأخرى في حدود العالم المادي ولا تتجاوزه، ولكن هناك تساؤلات تتوقف عندها العلوم ولا تستطيع الإجابة عنها بينما تقوم الميتافيزيقا بهذا الدور وتحل المشكلات التي تحلها العلوم الطبيعية، وبالتالي تتحد مهمة الميتافيزيقا في كونها لا تبحث عما هو

---

[1]– كريس هورنر و امريس ويستاكوت، **التفكير فلسفيا**، ترجمة ليلي الطويل، دط، الهيئة العامة للكتاب، دمشق، سوريا،2011، ص، 9.

[2]– د. حسين على حسن، **الأسس الميتافيزيقية للعلم**، دط، دار قباء، مصر، 2003، ص،9.

واقعي بالمعني الحسي إنَما تضطلع بالبحث عن الحقيقة وتستهدف الوجود الحقيقي الذي لا يظهره الواقع الحسي وإنَما يوجد عالمه وراء هذا الواقع [1]، إنَ الهدف الذي كنا نسعى إليه من خلال وضعنا لهذا التوضيح حول الميتافيزيقا ومجالات استعمالها هو الوقوف على مدى تطابق المسعى الذي كان يسعي إليه **أرسطو ونيوتن** من خلال لجوءهم ا في بعض الأحيان إلى التفسير الميتافيزيقي، وهو ما سنوضحه ونعمل عليه لاحقا لنرى حقيقة إذا كان الرجلان قد وصفا الميتافيزيقا في حقولهم المعرفية.

إنَ تحليل بنية العالم عند **أرسطو** وحركة انتقال العناصر سواء في عالم ما تحت القمر أو في عالم ما فوق القمر، وانتقالها من مكان إلى مكان ومن موضع إلى موضع آخر يعد تفسيرا ميتافيزيقيا وهو ما نجده في هذا القول:« ولنفهم بأنَ الثقيل هو كل ما يتجه اتجاها طبيعيا نحو المركز، أما الخفيف فهو كل ما يبتعد عن المركز »[2]، إنَ طبيعة الجسم هي التي تحدد مكانه الخاص به، فالثقل والخفة مبدآن أساسيان عند **أرسطو** لتمييز وتصنيف الأجسام إلى نوعين وهما: جسم ثقيل وجسم خفيف، وبالإضافة إلى ذلك تحدد حركة كل منهما واتجاهها، فالطبيعة هنا خاصية ذاتية في الأجسام ولا يوجد ما يثبتها علميا في الأجسام لذلك يمكن أن نقول أنَ **أرسطو** يجد في التعليل الميتافيزيقي حلا في الورطة التي وقع فيها، وليس هذا المثال الوحيد الذي يعتمد عليه؛ بل يعلل أيضا أنَه بسبب انتظام الحركة الدائرية يرجع بالضرورة إلى كون عالم ما فوق القمر يتشكل من مادة مخالفة للعناصر الأربعة فيقول: « فالأثير عنصر مخالف للعناصر الأربعة... »[3]، فطبيعة هذا العنصر السماوي هي التي تدفع جميع الموجودات في العالم السماوي في حركة دائرية منتظمة محاولا أن يحاكي الآلهة من حيث جهة النظام والثبات، ومن جهة أخرى أنَ هذا العنصر له صفة الألوهية، أما الهدف النهائي الذي يبحث عنه **أرسطو** هو العلة النهائية لهذا الكون، ولا شك أن العنصر الأكثر

---

[1]– محمد توفيق الضوى، **دراسات في الميتافزيقة**، دط، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية، دت، ص ص، 14– 15.

[2] - Aristote, **traite de ciel**, op, cit, p, 15.

[3] - ibid, p, 21.

إثارة للدلالة على وجود محرك أول في الطبيعة هو كثرة المفاهيم الناتجة عن الطبيعة والتي يستخدمها المعلم لتطوير تحليلاته وكل شيء تقريبا في هذا الدليل ينبع من مفاهيم أنَ العلوم الفيزيائية تمكنت من تأسيسها، فالهدف العلمي من هذا التوضيح يأتي من الخطاب اللاهوتي **Discours théologique**، كما أنَه يوظف في تحقيق معرفة الطبيعة وبالتالي فإنَ العلوم الفيزيائية هي التي تتولى الصعود إلى المبدأ الأول للحركة وهي التي تحدد خصائصه [1]، فالطبيعة مبدأ يساعد الأجسام في تحديد غاية من وجودها والغاية التي كان يسعى إليها **أرسطو** من خلال معرفة هذه الموجودات على أكمل حقيقة لها هو الوصول إلى المحرك الأول الذي لا يتحرك أو إلى حقيقة واحدة وهي التي تكون حقيقة جميع الأشياء، لذلك لا نستغرب هذا الخطاب من **أرسطو**، وكما سبق واشرنا إلى ذلك فإنَ الكتاب السابع والثامن هو دراسة الطبيعة والوصول إلى المحرك الذي لا يتحرك والعلة النهائية لجميع الأشياء والموجودات فيقول: « إنَ كل ما يتحرك فهو يتحرك بشيء آخر »[2]، فهي إشارة أنَ كل ما يتحرك في هذا العالم لا يتحرك من ذاته وإنما هناك علة أخرى وحقيقة الحقائق الذي هو المحرك الذي لا يتحرك ويدعم هذه الحجة بحجة أخرى والتي وردت بنفس السياق الذي كنا نحلل فيه ولكن هذه المرة الموقع يختلف فهي في الكتاب الثامن فيقول: « إذن كل ما يتحرك فهو يتحرك بشيء آخر »[3]، إنَ الهدف من دراسة الطبيعة عند **أرسطو** هو الوصول إلى العلة النهائية وهي المحرك الذي لا يتحرك فالمتأمل لكتاب الطبيعة من البداية حتى النهاية يجد أنَ **أرسطو** كان هدفه النهائي من كل هذا هو الوصول لبرهان حقيقي لميتافيزيقيا هفمهما تعددت الطرق فالانطلاق من الطبيعة هو العودة والوصول إلى الميتافيزيقي ة، والانطلاق من الميتافيزيقية هو الرجوع أيضا إلى الطبيعة.

---

[1] - fabienne baghdassarian, **la question du divin dans la philosophie aristotélicienne**, op, cit, p,34

[2] - Aristote, **la physique tom2**, op, cit, pp, 411-412.

[3] - ibid., p, 491.

أما **نيوتن** لم يتردد في تأكيد ضرورة إعطاء الأولوية للبحث في الطبيعة كونها تسمح بفهم أسرار الطبيعة وتسخيرها لخدمة الإنسانية كما أنَها تسمح أيضا بمعرفة أدق للخالق وإبراز عظمته وبذلك فإنَ الفلسفة الطبيعية تؤدي حتما إلى اللاهوت، بل إنَها السبيل الأمثل لخدمته [1]، ففي الملحق العام وبعد آن قدم بعض الصعوبات التي تعترض نظرية الدوامات والذي تدعم تصوره للكون ونظامه خلص إلى القول: « لقد شرحت حتى الآن الظواهر السماوية وظواهر البحر بقوة الجاذبية ولكني لم أقم بتحديد سبب هذه الجاذبية، فهذه القوة تأتي من بعض الأسباب التي تخترق مركز الشمس والكواكب، دون أن تفقد أي شيء من نشاطها، ولا تعمل وفقا لحجم الأسطح مثل الأسباب الميكانيكية، ولكن وفقا لكمية المادة يمتد عملها على جميع الجوانب على مسافات هائلة، وتتقص بسبب مضاعفة المسافة، والجاذبية تجاه الشمس تتكون من جاذبية تجاه كل من جزيئاته ا وتتناقص من خلال الابتعاد عن الشمس وتمتد حتى مدار زحل، كما اثبت ذلك في الكواكب والمذنبات، إذا كانت هذه المذنبات في حالة سكون»[2]، وفي السؤال الثامن عشر من **كتاب البصريات**، وبعد أن عرض مجموعة من الظواهر فائقة الدقة استخلص أنَه:« لا يظهر من الظواهر وجود كائن لامادي، حي، عاقل وحاضر في كل مكان، كان يرى مباشرة المكان اللانهائي، كما لو كان محل إحساسه الأشياء في ذاتها، ويدركها ويفهمها تماما وبعمق، لأنَها محايثة له مباشرة... وعلى الرغم من كون كل خطوة نقطعها بالفعل في هذه الفلسفة لا تفضي بنا إلى معرفة مباشرة للسبب الأول، فإنَها تقربه أكثر، ولهذا السبب إنها الطريقة في التفلسف وجديرة بكل تقدير »[3]، فتؤكد هذه الأقوال المنشورة وأقوال أخرى لا يسع المجال لعرضها على الارتباط الوثيق للفلسفة الطبيعية بالميتافيزيقيا، فمن جهة لا تقف الفلسفة الطبيعية، من حيث أنَها تتشغل

---

[1]– عبد النبي مخوخ، **العلم واللاهوت في فلسفة نيوتن الطبيعية**، مؤسسة مؤمنون بلا حدود، دط، جامعة شعيب الدكالي، المغرب، 2افريل 2015، ص، 15.

2- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit. p p, 631-632.

[3]- Isaac newton,**taité de le optique**, op, cit, p, 445.

باستنباط الأسباب من الظواهر الطبيعية، عند حدود الأسباب الثانوية أو الميكانيكية ولكنها تتعداها لتنفذ إلى السبب الأول ومن جهة ثانية لا تنشغل الفلسفة الطبيعية بالبحث عن الأسباب الفاعلة المؤدية إلى السبب الأول فحسب؛ بل تنشغل أيضا بالأسباب الغائية، فالبحث في نظام الكون يؤدي حتما إلى التساؤل عن الغاية التي خلق منها، أخيرا تثبت الفلسفة الطبيعية، بإبرازها دقة وروعة نظام الكون وكائنات هوجود كائن لا مادي حي عاقل وحاضر في كل مكان، وإذا كانت هذه الفلسفة لا تسمح بمعرفة مباشرة وتامة للخالق فإنها تقربنا منه أكثر فأكثر على الدوام، ولذلك فالبحث في الطبيعة أفضل طريقة لمعرفة الذات الإلهية، فكلما تقدمنا في معرفة المخلوقات تقدمنا في معرفة الخالق علما بأنَه من المستحيل اكتساب معرفة تامة نظرا لمحدودية عقلنا [1]، تؤكد هذه المعطيات المستنتجة من هذه الأقوال أنَ **نيوتن** يؤكد ارتباط الفلسفة الطبيعية بالميتافيزيقا ويكشف أيضا بأسبقية وسمو المعرفة الميتافيزيقية على المعرفة العلمية.

يتم التعامل مع موضوع علاقة الله بالعالم بالعودة إلى عمل **نيوتن** في الفلسفة الطبيعية بشكل عام وخاصة في الجزء المخصص للجاذبية، فتشارك قوى الجاذبية في مساعدة **نيوتن** في التأمل فيقول في هذا الصدد: « أنَه موجود في كل مكان، وليس فقط فرضيا ولكن يشكل جوهر، لأنَه لا يمكن لأي شخص التصرف كما يشاء بدونه، وكل شيء يتحرك بإذنه، وبدون أنَ تؤثر عليه الكائنات الأخرى لأنَ لله لا يختبر شيئا عن طريق حركة الأجسام ووجوده الكامل يجعلهم لا يشعرون بأي مقاومة، من الواضح أنَ لله الأعلى موجود بالضرورة، وبنفس الضرورة يوجد في كل مكان ودائما »[2]، لذلك لا يتغير تفكير **نيوتن** الميتافيزيقي بشكل أساسي وضروري على وجود كلي وجوهري مع الطبيعة، إنَ التعبير عن الفكر النيوتني يصل إلى مرحلة النضج بناء على آلية عقلانية غير وهمية وغير سلبية للقوة

[1]- عبد النبي مخوخ، المرجع السابق، ص، 16.

[2]- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p, 630.

في العمل، فمظهر القوة يدل على الوجود لذلك فعمل الإله حقيقي مثل وجوده وكل شيء مجرد مظهر من مظاهره، فالواقع المطلق الأساسي والضروري فكل شيء يظهر ذلك، ويكفي أنَ العلة هي قلب الأسلوب نحو الحقيقة ولا شيء يهرب من عهد الوجود من جميع جوانبه كما يقتصر هامش النفس بشكل لا نهائي للقوانين والإلحاد في مثل هذه الظروف يصبح رفضا للأدلة العقلية تماما والحقيقة هو تصور خيال كامل مثل المادية [1]، فالإبستيمولوجية للفكرة الواضحة تأسيس في الحقيقة للفلسفة الطبيعية، ففي الجاذبية وتوازن السوائل مثلا أكد أن دراسة الطبيعة تفرض الانطلاق من الحقائق اللاهوتية ذلك أنّه لا يمكن: « أن نضع أجساما من هذا النوع دون الإقرار بوجود الله في الوقت نفسه وأنَه خلق الأجسام من لا شيء وفي مكان فارغ...»[2]، وفي هذا السياق ذهب إلى حد القول أنَ المعرفة العلمية لا ترتقي إلى مستوى يقينية الحقائق اللاهوتية فكتب: « وبعد أن وصفنا طبيعة الامتداد بقي لنا أن نفسر الطبيعة المادية، وبما أنها لا توجد بالضرورة فإنَها توجد بالإرادة الإلهية وتفسيرها سيكون أقل يقينية ما دمنا لا نعرف حدود القدرة الإلهية، أي مادمنا لا نعرف ما إذا كانت المادة قد خلقت بطريقة واحدة أو ما إذا كانت توجد طرق مختلفة لخلق كائنات مختلفة بعضها مع بعض، ومتماثلة تماما للأجسام »[3]، وإضافة إلى ذلك **نيوتن** يرى بأنَه توصل إلى تصور المادة من خلال مبادئ لاهوتية؛ إذ كتب: « استنبطت الطبيعة الجسمانية من القدرة على تحريك أجسامنا... لم يخلق الله بفعل آخر غير إرادته تماما كما أننا نحرك أجسامنا بفعل إرادتنا»[4]، فتحديد طبيعة المادة حسب **نيوتن** يتطلب دائما الرجوع إلى مبادئها الأولى وتفسير كيفية خلقها وفي هذا الطرح فالمادة عنده تملك جملة من الخصائص ممتدة وصلبة وغير قابلة للاختراق كما تقوم أيضا على أساس لاهوتي.

---

[1]– عبد النبي مخوخ، مرجع سابق، ص، 17.

[2]- Isaac newton, principe de la philosophie naturel liver3,op, cit, p, 630.

[3] - ibid. p, 631.

[4] - ibid. p, 631.

إنَ معرفة الطبيعة متجذرة في التجربة وتبدأ بملاحظة دقيقة يلاحظ فيها المراقب ترتيب الطبيعة وترتيب كافة أجزاء الكائن الحي، وكيفية تفسير الفائدة المناسبة لكل جزء من الكائن الحي، والغرض منه بالإضافة إلى الجانب المتناغم فيها في هذا العالم، هو عرض **نيوتن** لمبادئ الأناقة الرائعة لنظام السماء التي استخلصها من تساؤلاته وملاحظته وتفكيره واستبعاد فكرة وجود عالم غير موجه وإدراكه أنَ هذا العالم يحتاج إلى قوة وذكاء هي التي تجعل هذا العالم منسجم وجميل [1]، لذلك يقول في هذا الصدد: « تستنتج أنَ الله الحقيقي هو إله ذكي وقوي، إنَه فوق كل شيء وكامل تماما أبدي وغير محدود، له قدرة كلية في كل العالم، أي إنَه يدوم في كل مكان من الفضاء اللانهائي أي إنَه يحكم كل شيء وهو يعرف كل شيء، وكل ما يمكن أن يكون فهو ليس الخلود أو اللانهاية ولكنه أبدي ونهائي وليس له زمان أو مكان ولكنه يدوم ودائم ا موجود ووجوده في كل مكان... »[2]، إن هذا القول سيكون له صدى كبير من خلال تمجيد كائن ذكي وقوي ومعالجته هنا سوف تكون في المستوى الأول من الواقع الميتافيزيقي والذي تؤديه إلى الواقع المادي وذلك بالممارسة العقلية والملاحظة، **فأفلاطون وأرسطو وديكارت** لم يضعوا الحقيقة الواضحة **لنيوتن** فالملاحظة البسيطة والممارسة العقلية البسيطة تشير إلى وجود إلهي حقيقي، كما لا تشير فكرة الله النيوتنية إلى الأفكار الفلسفية السابقة والحالية من قراءته للوجود، لذلك تصبح دراسة الطبيعة هي دراسة إلهية وحقيقة وعلاقة علية مع خالقها، إنَ فكرة الكائن الذكي الذي يصمم ويخلق والتي يكشف عنها نظام الغائية، والتي تفحص الذكاء من خلال الحواس وما وراء الحواس هي فكرة ثابت في حياة **نيوتن** وفكره، ويمكن أن يكون الإفصاح عنها سببا وليس رؤية، فيما يتعلق بالأمور الغير ملموسة بسبب تجاوز ترتيب الحواس للظواهر والذي يؤدي إلى الواقع

---

[1] - Ismaël omarje**, aspecte de la relation de l'universel spiritualité dans l'histoire de pensée, Isaac newton et George lamitre, la quête de la vérité**, histoire philosophie sociologie des sciences , université paris-Diderot, France, 2010, p, 76

[2] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p 631.

والجوهر والحقيقة، إنّ لمسة **نيوتن** سوف تكون موجودة بالفعل في جميع المجالات سبب الملاحظة والعقل وبسبب طبيعته التي تعتمد على الخبرة[1]، فجوهر الطبيعة عند نيوتن هو الله الذي يجعل كل شيء ثابت منظم ومتناغم.

أساس الفكر في البحث عن الحقيقة وطبيعة الأشياء والعالم من خلال منهجية عامة للمراقبة وممارسة العقل، ففكرة الطبيعة النيوتنية هي فيزيائية وميتافيزيقي ة وهي مسألة كيف؟ وليس لماذا؟ الذي سيفرض ويحفز وجود الفكرة الميتافيزيقي ة في قلب المعرفة الفلسفية النيوتنية وأكدت هذه الاتجاهات في عمله في وقت لاحق أي هل أنّ **نيوتن** قام باكتشاف عقلاني وطبيعي لنهاية الإنسان عن طريق لماذا أم عن طريق كيف [2]، فجوهر البحث عن الطبيعة هو الكشف عن القوانين والأنظمة التي تحكم هذا الكون وكما نعلم أنَ البحث عن الحقائق هو الانطلاق من الأسئلة تبدو في زمانها بسيطة، ولكن مع مرور الأيام والسنين تكشف أنَ الإجابة عن مثل هذه الأسئلة يتطلب الكثير من البحث والدراسة.

إنَ الميتافيزيقا النيوتنية سواء في **المبادئ** أو الجاذبية تم تأسيسها بشكل طبيعي وعقلاني وبشكل تجربي وعقلاني من خلال علم الجاذبية الأرضية والميكانيكا العقلانية وهو عمل مبدئي عند **نيوتن** في مجال الميكانيكا الفيزيائية والميتافيزيقا، ومصدر في نقد الفيزياء والميتافيزيقا الديكارتية فتعزز كل من الفلسفة الذرية والفلسفة الديكارتية في نظر **نيوتن** مفهوما ملحدا بالمعنى الأدبي للطبيعة، لذلك لا يمكن أن تكون فلسفة الطبيعة كاملة الإيمان بدون هذه المصطلحات، لأنَها تمثل الفلسفة الحقيقية وستؤكد بما في ذلك ضرورة وجود الله، فهو يحمل تصور ذهني لله وإله الطبيعة وذلك من خلال تواجده في كل مكان والتي يمكن تطبيقها على مدار تاريخ **نيوتن** من خلال مراحل علمية في الفلسفة الطبيعية سواء في المبادئ أو في الجاذبية لأنَها هي المرحلة الأولى للتفكير الميتافيزيقي، فظواهر الحياة والقوى

[1] - Ismaël omarje, **aspecte de la relation de l' univers spiritualité dans l' histoire de la pensée**, op, cit. p, 76.
[2] -ibid,. p, 77.

والقوانين الرياضية وأناقة الديناميت السماوية سوف تتحدى **نيوتن** وتساهم في تفكيره الميتافيزيقي[1]، ومجمل القول من كل هذا أنَ الميتافيزيقا كانت اللاعب الرئيس ي عند الرجلين بغض النظر عن اختلاف طريقة الوصول إليها، **فأرسطو** انطلق من الميتافيزيقا ووصل إلى الطبيعة، أما **نيوتن** فانطلق من الطبيعة ووصل إلى الميتافيزيقيةة، يبقى الهدف الرئيسي من كل هذا هو الوصول إلى أساس متين للطبيعة، كما أنَ التفسير الميتافيزيقي كان بمثابة الطريق لتفسير الجاذبية لأنَه في وقت من الأوقات أرجعوا هذه القوة الخفية إلى المحرك الأول الذي لا يتحرك بالتعبير الأرسطي.

2- التفسير العلمي:

2-1- مبدأ الحتمية Déterminisme: لقد أثارت مشكلة مبدأ الحتمية الكثير من التساؤلات حول طبيعة هذا المبدأ؛ أي هل هو مبدأ فلسفي أم مبدأ علمي؟، وهو في الحقيقة ما سوف نعمل عليه بالكشف عن طريق التحليل والدراسة، إضافة إلى مدى استخدامه عند كل من **أرسطو ونيوتن** بوصفه من بين أهم المبادئ الأساسية في الطبيعة، وقبل معرفة كل هذا يجب أولا أن نحدد معنى الحتمية لكي تسهل علينا الإلمام أكثر بالموضوع عند الرجلين.

يقتضي الأمر أولا التفريق بين الجبرية والحتمية ويمكن فهم الجبرية كعقيدة أو كمذهب أكثر من كونها مجرد موقف أو سلوك ويمكن أن تأخذ أكثر من شكل، يمكن أن تكون فكرة وجود قوة ميتافيزيقي ة أو ما بعد الطبيعة تحكم أقدارنا المؤلفة جدا لأنها فكرة مركزية في العديد من الأساطير اليونانية وكما يراها الإغريق، يقضي القدر أنَ هكتور باتروكليس الذي سيقتله أخيل، الذي سيقتله باريس بدوره، ولا تستطيع حتى الآلهة تغيير تتابع الأحداث، وتعبر هذه العقيدة عن الشعور باليأس والإحباط في وجه القوى الطبيعية وما

[1] - Ismaël omarje, **aspecte de la relation de l' univers spiritualité dans l' histoire de la pensée**, op, cit p, 77.

فوق الطبيعة والتي لا يمتلك الأفراد حيالها إلا القليل من السيطرة والتحكم [1]، فالجبرية هنا ليست الحتمية ولكن هي أعمق من ذلك فهي تعبر على أنَ كل ما هو مقدر مستقبلا سيقع لا محال في ذلك أو كما توصف الجبرية على أنَها عقيدة تعبر عن سرمدية أو خلود الحقيقة.

وعموما يمكن أن تُفهم الجبرية أيضا كرؤية تقول أنَ مسيرة الأحداث المستقبلية لا يمكن أن تتغير كما هو محدد لها، لذلك تعتبر رغبتنا ومقاصدنا وأفعالنا ضعيفة لإحداث أيَّة اختلافات لأنَها هي نفسها جزء من التتابع المحتوم، وهذه الرؤية تختلف عن الشكل السابق للجبرية في كونها لا تفترض القدر كقوة فوق الطبيعة تسير وتوجه الأحداث الطبيعية [2]، وبالتالي يمكن أن نقول أنَ هذه الرؤيا تتوافق مع الحتمية ولكن تختلف عنها لكون الحتمية تحدد لماذا يجب أن يكون المستقبل على ما هو عليه.

أما الحتمية فتشير هنا أنَ كل شيء يحدث يحدد بواسطة مسببات سابقة، تشير كلمة "يحدد" هنا إلى علاقة بين حدثين أو مجموعة من الظروف، عندما نقول بأنَ **A** تحدد **B**يعني أن **A** تسبب **B** وأن **A** تؤدي بالضرورة إلى **B** أي عندما توجد **A** لا بدّ أنَ تتبعها **B**، وبالتالي تقتضي الحتمية بأنَ كل حدث هو نتيجة ضرورية لسلسلة من المسببات التي تقود إليه، وهذه السلسلة تعود بشكل قاطع إلى الماضي، أما من الناحية الكونية فإنَ حالة الكون في أي لحظة معينة لن تكون غير ذلك، وما يجعل الكون في هذه الحالة موجودا في اللحظة السابقة وأحد مضامين هذه الرؤية أنَ حالة الكون الحالية تقتضي مستقبلا وحيدا ممكنا فقط، أما المضمن الآخر فإنَ جميع حالات المستقبل من حيث المبدأ على الأقل قابلة للتنبؤ بشكل كامل [3]، فالحتمية إذن هي مبدأ نعرفه انطلاقا من مجموعة من المسببات والتي

---

[1]– كريس هورنر و امريس ويستاكوت، المرجع السابق، ص ص، 10-11.

[2]– المرجع نفسه، ص، 11.

[3]– المرجع نفسه، ص ص، 11-12.

تتوقع بحدث سوف يقع في المستقبل، ولتوضيح ذلك أكثر نأخذ المثال التالي: لنتخيل طاولة "بيار" بدون جيوب إذا وضعت كرة في حالة حركة على هذه الطاولة يمكن التنبؤ أين ستكون الكرة خلال عشرة ثواني وإذا توفر حاسوب مبرمج بشكل جيد ومزود بيانات صحيحة حول أبعاد الطاولة والوضع الابتدائي وسرعة اتجاه الكرة، ومستوى الاحتكاك بين الكرة وسطح الطاولة، ومرونة بطانة حافة الطاولة، ونوعية الدوران اللولبي للكرة...الخ، فيمكن للحاسوب التنبؤ بوضع الكرة في أي زمان مستقبلي بدقة عالية جدا، وإذا أدخلنا كرة ثانية، سيكون الحاسوب قادرا على حساب هذه الإضافة المعقدة والتنبؤ باحتمال تصادم الكرات، وزمن التصادم ونتيجة التصادم ولا مشكلة فيما يتعلق بحجم الطاولة أو عدد الكرات المتحركة، فالحاسوب القوي المزود بمعلومات دقيقة وكافية يجب أن يكون قادرا على التنبؤ بوضع كل كرة في أية لحظة مستقبلية[1]، إذن من خلال هذا المثال يوضح آلية عمل مبدأ الحتمية وأبعاد الطاولة، والوضع الابتدائي وسرعة واتجاه الكرة، ومستوى الاحتكاك بين الكرة وسطح الطاولة، ومرونة بطانة حافة الطاولة، ونوعية الدوران اللولبي...الخ هي التنبؤ بدقة لوضع الكرة في أي زمان مستقبلي بدقة عالية جدا وهو ما ينطبق على الكون نظرا لوجود قوانين تحكمه هي التي تتنبأ بشكل دقيق تماما بحالة الكون عند أي لحظة مستقبلية، وبعد أن ميّزنا بين الجبرية والحتمية كمصطلحين سوف نتجه الآن إلى تحديد طبيعته عند كل من **أرسطو ونيوتن** لنقف على ما إذا كان هذا المبدأ يجمع بينهما أم لا؟.

لقد كان تصور اليونانييّن للعالم تصورا مختلفا تماما عن مفهومنا، كما كان لدى مفكريهم مفهوما خاصا حول الحتمية، وبالنسبة **لأرسطو** كان عالم ما تحت القمر هو عالم الأشخاص أما عالم ما فوق القمر هو عالم الآلهة وحال ما فوق القمر هو عكس ما تحت القمر، فحدد العالم السماوي على أنَه عالم مثالي ومستقر وغير قابل للفساد ودائم وإلهي بينما كان ينظر إلى عالم ما تحت القمر على أنَه عالم التغير والفساد والحركة المتغيرة رغم

[1]– كريس هورنر و امريس ويستاكوت، المرجع السابق، ص، 12.

خضوعه للإرادة الإلهية إلا أنَ هذا العالم بقي يعبر بشكل خاطئ عن الفعل المثالي، ولكي تكون الفكرة صائبة ولا يمكن تحويلها إلى حقيقة حدد الإلهام الإلهي وجود البشر، فكانت التأثيرات النجمية هي أساس الحتمية في بدايته الأولى وعندما ظهرت الأبراج السماوية والمنجمون لاحظوا أنَ مصير البشر قد تم تحديده مسبقا [1]، إذن من هنا نصل إلى كيف تعامل **أرسطو** مع مبدأ الحتمية وتخلص من تلك الرؤية من خلال نظرته إلى العالم وتقسيمه إلى عالم ما فوق القمر وهو عالم غير قابل للتغير والفساد، وهو كامل في حين عالم ما تحت القمر يتميز بالتغير والفساد وغير كامل أي بمعنى أنَه ليس هناك ضرورة حتمية تتميز بالتغيّر والفساد، بينما نجد الحتمية عنده في عالم فوق القمر لأنَ كل شيء محدد سلفا من طرف الآلهة لذلك فالنظام والثبات وعدم التغير هي نتيجة حتمية لا مجال للشك فيها.

ولو شئنا سرد تاريخ الحتمية حقيقة لوجب علينا أن نرجع إلى تاريخ علم الفلك كله، ففي أعماق السماء يرتسم الموضوع المحض الذي يقابل المرء المحض، وبحسب حركة النجوم المنتظمة ينتظم المصير لأنَ كل شيء من الأشياء محتوم في حياتنا، فإنَ مرده أولا إلى أنَ نجمة تسيطر علينا وتؤثر في سلوكنا، ومن هنا وجدت فلسفة السماء ذات النجوم وهي تعلم الإنسان القانون الفيزيائي ذات السمات الموضوعية المطلقة والحتمية المطلقة [2]، فهذا النص يؤكد صراحة على أنَ أصل مبدأ الحتمية أنَه ارتبط بالسماء لذلك لا نجد في ذلك غرابة من أنَ **أرسطو** اهتم بهذا الجزء من العالم لكي يؤكد هذا المبدأ نظرا لما يتميز بـه هذا العالم من النظام والثبات.

أما **نيوتن** فقد اعتبر العالم المادي هو مجموعة من الجسيمات أو قطع من المادة وكل واحدة منها إما أن تكون ساكنة أو متحركة خلال الفضاء، فإذا كان الجسم ساكنا يبقى على سكونه وإذا كان متحركا يستمر في حركته بنفس السرعة وفي نفس الاتجاه، ما لم

[1]- sylvain barrette**, essaie philosophie sur le plaidoyer de Karl Popper sur indéterminisme et sa thèse sur la falsification**, mémoire présenté a l'université du Québec a Trois-Rivières, 2013, p, 19.
[2]-sylvain barrette**, essaie philosophie sur le plaidoyer de Karl Popper sur indéterminisme et sa thèse sur la falsification** , op, cit, p, 26.

تتدخل قوى لتغير حالة السكون أو الحركة وهذا القانون الأول للحركة، وبذلك صارت الحركة الدائمة هي الحالة العادية للجسم المتحرك ما لم يتدخل شيء يغيره [1]، فالسرعة والاتجاه وعدم تدخل قوى خارجية على الجسم تتبؤنا مباشرة على أنَ الجسم يبقى دائما في حالة حركة دائمة وبالطبع هي نتيجة حتمية لا يجب أن ننكرها.

لقد أتى حقيقة هذا النظام الميكانيكي ليلقي نفسه في مشكلة الحتمية وفي بؤرة المناقشة وهي المشكلة التي لمسناها، فوفقا لقوانين **نيوتن** يتعرض أي جسم في العالم (أ) لقوى تؤثر فيه من الجسيمات الأخرى في العالم (ب)، (ج)، (د)، بعضها أو كلها هذه القوى قد يكون مصدرها جسيمات متلامسة، كما يحدث عندما تتصادم كرات البيار، أو جسيمات تؤثر عن بعد عن طريق التجاذب، مثلما يتسبب القمر والشمس في المد والجزر في المحيطات وفي كلتا الحالتين يعتمد مقدار القوة المؤثرة في أي لحظة على مواضيع الجسيمات المختلفة في العالم من المكان في تلك اللحظة، ونتيجة لذلك فإنَ التغيرات التي تحدث في العالم عند أي لحظة تعتمد فقط على حالة العالم في تلك اللّحظة والحالة تحدد بموضع وسرعات الأجسام، فتغيرات المواضع تحددها السرعات وتغيرات السرعة تحددها القوى والقوى بدورها محددة بالمواضع، فإنَ أمكننا أن نعرف حالة العالم عند أي لحظة، فمن الممكن من حيث المبدأ أن نحسب بأدق التفاصيل السلوك والمعدل الذي سوف تتغير ب هـ هذه الحالة، فإذا عرفنا هذا يمكننا أن نحسب الحالة في اللحظة التالية ثم تعتمد على ذلك كمرحلة انتقالية فنحسب الحالة في لحظة بعدها وهكذا بغير حدود أو كما **أوضح لابلاس Laplace Pierre-Simon de (1749-1827)** ، فإنَ الحالة الحاضرة للعلم يمكن اعتبارها نتيجة لحالة سابقة وسببا لحالة تالية وأضاف إلى ذلك أنّه لو عرفت حالة العالم وقت خلقه بأدق تفاصيله، وأعطيناه لعالم رياضيات بالغ القدرة والمثابرة فباستطاعته أن يستخلص كل تاريخ المستقبل فبالنسبة له لن يكون هناك شيء غير محدد فالمستقبل

[1]- جميس جنس، **الفلسفة والفيزياء**، ترجمة جعفر رجب، دط، دار المعارف، لبنان، دت، ص، 149.

والماضي كلاهما سيصبحان حاضرا أمام عينه [1]، فالخلاصة من كل هذا أنَ مبدأ الحتمية يسري على كل نظام **نيوتن**، فتحديده لقوانين الحركة الثلاثة وقانون الجاذبية العامة دفع **نيوتن** إلى القول أنَ كل ما يتحرك وكل ما يحدث في العالم هو نتيجة حتمية للقوانين الثلاثة والجاذبية.

الحتمية في العصر الحديث لها طابع مختلف كل الاختلاف، فهي قد ظهرت نتيجة لنجاح المنهج الرياضي في الفيزياء، فإذا كان من الممكن تصور القوانين الفيزيائية على أنَها علاقات رياضية، وإذا اتضح أنَ المناهج الاستنباطية أدوات للتنبؤ الدقيق، عندئذ يكون من الضروري وجود نظام رياضي من وراء عدم الانتظام البادي للتجارب، أي لا بدّ من وجود نظام سببي، ولو لم نكن نعرف هذا النظام في كل الأحوال، ولو بدا أنّه سيكون من المستحيل في أي وقت معرفة كاملة، لكان هذا الإخفاق راجع إلى نقص الإنسان وهذه الحتمية الفيزيائية هي أعم نتيجة لفيزياء نيوتن وهي تختلف اختلافا أساسيا عن القدر فهي عمياء غير مرسومة مقدما، وهي لا تحابي الناس أو تكرههم وهي حتمية لا بالنسبة إلى غايات المستقبل بل بالنسبة إلى قانون فيزيائي، غير أنَها لا تقل في دقتها وشموليتها عن حتمية المصير وهي تجعل العالم الفيزيائي أشبه بساعة تمر عليها بمراحلها المختلفة [2]، فرغم إدخال **نيوتن** الرياضيات إلى هذه الحتمية ومحاولا منه جعلها أكثر علمية إلّا أنَها بقيت في جوهرها ترتبط بالفلسفة فهي مفهوم فلسفي خالص بما أنّها ما زلت ترتبط بالمصير وتحديد المستقبل. إنَ علم الفلك النيوتني في وقت أقرب إلينا هو الذي منح دقته إلى مذهب المقولات الكانطية، ومنح مطلقيته إلى أشكال المكان والزمان القبلية، ومنه العلم الذي غدا أساس الفيزياء الرياضية الحديثة، وأنَ الظواهر الفيزيائية، باتصافها الأعظم بالموضوعية والحتمية، ولذا فإنَ علم الفلك خير معرفة تستطيع أن تقدم للفكر العلمي عادات أساسية أشكالا، وهذه

---

[1]- جميس جينز، المرجع السابق، ص ص، 150-151.

[2]- هاينز ريشنباخ، **نشأة الفلسفة العلمية**، ترجمة فؤاد زكريا، ط1، دار الكتاب العربي، القاهرة، 1968، ص ص، 100، 101.

الأشكال إن لم تكن قبلية في الإدراك فقد توصف بحق بأنَها قبلية في التفكير، فإذا تتبعنا على هذا النحو تطور علم الفلك حتى القرن المنصرم أدركنا المعنى المزدوج للحتميّة، حين ننظر إليها نظرة تارة إلى سمة أساسية من سمات الظاهرة وتارة إلى شكل قبلي من أشكال المعرفة الموضوعية والغالب أنَ الانتقال خلسة من معنى إلى آخر هو الذي يسبب غموض المناقشات الفلسفية[1]، فعلم الفلك هو النموذج الذي يحقق مبدأ الحتمية وصاحب وأنَ نجاح ميكانيك **نيوتن** وتقريبها إلى الذهن يرجع بالضرورة إلى اهتمام هذا الأخير بعلم الفلك، وبتطبيق مقولات الزمان والمكان ومبدأ الحتمية في الكون وصل **نيوتن** إلى نموذجه الكامل في الميكانيكا في العصر الحديث.

إنَ من دلائل الحكم العميق عند **نيوتن** إهماله بعض اللامتساويات القليلة الأهمية، وقد لاحظ الباحثون غالبا أنَ دقة القياسات الفلكية قد تؤدي إلى اكتشاف القوانين وقد كان من الضروري أن تكون القوانين المكتشفة في بادئ الأمر بسيطة من الناحية الرياضية حتى يكون عالمنا منتظما وكانت الحتمية لا تستطيع أن تفرض ذاتها إلا بتوسط رياضيات أولية حقا، وهذه الرياضيات الأولية هي التي بدأت بضرب من الضرورة بالارتباط الثابت الذي كانت تمثله على ما يبدو نزعة جبرية مبسطة إلى حد ما، وكانت الملاحظة الدقيقة إلى حد ما مبطنة بتنبؤ دقيق بعض الشيء، حتى يمكن تقرير الحتمية في مجال الواقع وفي مجال الواجب[2]، لقد شكلت الحتمية إذن في العصر الحديث الانتصار الحقيقي لنموذج النيوتني وبتعبير أدق فالحتمية النيوتنية هي الشكل الكامل منذ أيام الإغريق وذلك بإضافة شيء مهم لها وهو الرياضيات.

---

[1]– باشلار غاستون، **الفكر العلمي الجديد**، ط2، ترجمة عادل العوا، مراجعة عبد الله عبد الدائم، المؤسسة الجامعية لنشر والتوزيع، بيروت لبنان، 1982، ص، 104.

[2]– باشلار غاستون، المرجع السابق، ص، 105.

إنَ المتتبع لمسار تطور الحتمية منذ **أرسطو إلى نيوتن** يجد أنَ الحتمية الأرسطية ترتبط كثيرا بالمصير والقدر أما الحتمية النيوتنية تشكل الانتصار الحقيقي للعلم وذلك بعد دمجها بالرياضيات، ومجمل القول من كل هذا أنَ الحتمية الأرسطية تمثل الجانب الفلسفي أما الحتمية النيوتنية تمثل العلم.

-2-2- **الاستقراء Induction:** الاستقراء هو منهج متبع في دراسة الطبيعة عند كلٍ من الرجلين باستثناء بعض الخصوصيات في تطبيقه، أي كل واحد منهما استخدمه بطريقته الخاصة، وهو حقيقة ما دفعنا إلى معرفة هذا الطريق المتبع في دراسة الطبيعة، وقبل أن نعرج على الاستقراء عند كل من **أرسطو ونيوتن** وجب أولا أن نعرف طبيعة الاستقراء، فغالبا ما يتناقض الاستقراء مع الاستنباط بقولنا أنَ الاستنباط ينتقل من العام إلى الخاص أو الجزء، بينما ينتقل الاستقراء بالطريق الآخر من الجزء إلى العام، فهذا التبسيط مضلل لأنَه في الاستنباط توجد أنواع من الاستدلالات تنتقل من العام إلى الخاص، كما يوجد في الاستقراء أيضا أنواع متعددة من الاستدلالات، كما أنَ التمييز التقليدي مضلل أيضا لأنَه يفترض ببساطة أنَ الاستنباط والاستقراء فرعان لنوع واحد من المنطق [1]، إذن بداية من خلال محاولتنا لتحديد طبيعة الاستقراء وجدنا أن هناك خلط بين الاستقراء والاستنباط وذلك نظرا لعدم التمييز بينهما، لأنَ في المنطق الاستنباطي ينتقل الاستدلال من مجموعة مقدمات إلى نتيجة لا تختلف أبدا عن المقدمات، فإذا كان لديك سبب لصدق المقدمات فلا بد أن يكون لديك بالتساوي سبب لصدق النتيجة التي تستنتج منطقيا من المقدمات، فإذا كانت المقدمات صادقة، فلا يمكن أن تكون النتيجة كاذبة، بينما يختلف الموقف تماما في الاستقراء، فلا يتعين أبدا صدق نتيجة استقرائية، ولا أعني فقط أنَ النتيجة لا يمكن أن تتعين لأنَها تستند إلى مقدمات لا تُعرف على وجه التأكيد، فحتى إذا افترضنا أنَ المقدمات صادقة، وأنَ

[1]- رودولف كأرنب، **الأسس الفلسفية للفيزياء**، ترجمة نفادي السيد، دط، دار الثقافة الجديدة،القاهرة، 2003، ص، 37.

الاستدلال إنَما هو استدلال صحيح فإنَ النتيجة مع ذلك يمكن أن تكون كاذبة [1]، إذن بصفة عامة لحد الآن استطعنا أن نميز بين الاستنباط والاستقراء ففي الأخير الاستنباط هو انتقال من مقدمات صادقة إلى نتيجة صادقة أما الاستقراء فحتى لو كانت المقدمات الصادقة قد تصل إلى نتائج كاذبة.

لنرى وجهة نظر **أرسطو** وكيفية توظيفه في دراسة الطبيعة واستنتاج القوانين، ففيزيائه تستند إلى انعكاس فلسفي، كما يمكننا التحدث عن نظرية علمية أو قبل علمية بمعنى أنَها تبدأ من الملاحظات الحسية والحس المشترك ويواجهها بالتفكير النقدي، كما يجب الإشارة إلى أنَ فلسفة **أرسطو** الطبيعية تستند إلى علل نهائية وكل شيء فيها منظم وله نهاية، ففيزيائه مسؤولة عن المعرفة العقلانية للعالم المادي لكن دائما يعطي الأولوية للنظرية، فالمعرفة بالملاحظة أو الخبرة هي نقطة البداية لأنَ الدراسة النظرية وحدها هي التي يمكن أن تعود إلى العلل، فالشرط السابق لدراسة الطبيعة ضروري لأنَه يجب معرفة المبادئ لفهم الظواهر الطبيعية [2]، فمن خلال هذا يظهر أنَ **أرسطو** يصر على معرفة المبادئ لفهم الطبيعة بالرجوع إلى النظرية التي يتم استخلاصها من الملاحظة والحس المشترك بعدما يخضعها إلى النقد للتميز بين ما هو صحيح وخاطئ، وهو ما يمكننا أن نقرأه من الجملة الأولى من الكتاب الثاني **للتحليلات** فيقول:« كل معرفة عقلانية تدرس أو تكتب تستمد من المبادئ الأولى »[3]، فهذه المفاهيم الأولى هي معرفة موجودة مسبقا والمقصود بالمفاهيم الأولى المبادئ الأولى لبناء المعرفة ويستخدمها كوسيلة للوصول إلى النظرية لذلك يصر على إيجاد طريقة للوصول إلى المبادئ وبناء على هذا يبدأ في الفيزياء فيقول: « بما أنَ المعرفة هي الوصول إلى نتائج علمية، في جميع الأبحاث التي توجد فيها المبادئ أو

---

[1]– رودولف كأرنب، المرجع السابق، ص، 38.

[2]- Patrick guyot, **la mise en place d'une nouvel philosophie physique**, op, cit, p, 163.

[3]- Aristote**, logique, tome3**, traduit par j- Barthélémy saint- hilaire, libraire philosophie de landrange, paris, 1838, p,1.

العلل والتي نعتقد فيها أنّنا نعرف كل شيء عندما أصبحنا على دراية بالعلل الأولى والمبادئ الأولى إلى غاية العناصر، فمن البديهي بالنسبة للعلم الذي يركز على الطبيعة، أن يسعى أولا لتحديد ما يتعلق بالمبادئ»[1]، فانطلاقا من هذا القول يبدأ **أرسطو** في طرح مسألة المنهج لدراسة المبادئ الأولى للعلم، كما أن في الكتاب الأول من **التحليلات** كتب يقول: « أنّه لا يمكننا أن نتعلم إلّا عن طريق الاستقراء أو البرهان، لأنَ البرهان جزء من معرفة المبادئ العامة، وأنَ معرفة المبادئ العامة يتم الحصول عليها عن طريق الاستقراء، كما أنَ التجربة هي التي تؤدي إلى الاستقراء، وهو ما يقودنا إلى المبادئ، كما أنَ هذه الطريقة هي التي تنتج الإحساس بالمبادئ العامة »[2]، لقد قلنا فيما سبق أنَ **أرسطو** بدأ كتاب الطبيعة بالحديث عن المنهج المتبع في دراسة الطبيعة ليصل الآن في كتاب **التحليلات** إلى منهج الاستقراء، فطريق المعرفة عند **أرسطو** للطبيعة وموجداتها يكون بالاستقراء، أما إذا تتبعنا المسار الذي رسمه للوصول إلى المعرفة فيبدأ باستخدام الإحساس الموجود في الملاحظات الحقيقية والصعود عن طريق الاستقراء إلى المبادئ العامة بشكل عام فيقول: « الاستقراء هو الابتداء بالحالات الجزئية والابتعاد عن الأشياء العامة، فعلى سبيل المثال إذا كان شخص ما يعرف أمهر السائقين، بمثل هذه الصفات يمكن أن يختار ما هو أفضل دائما، لذلك فالاستقراء أكثر إقناعا وأكثر وضوحا وأكثر سهولة في الوصول إلى المعنى، في حين أنَ المنطق أكثر تقيدا وأكثر فعالية للمتخصصين في التناقض »[3]، فالاستقراء عند المعلم وسيلة تقود إلى معرفة الطبيعة بطريقة آمنة وسليمة، لأنّه من الأجزاء يستطيع أن يحدد العام ومثال اختيار أمهر السائقين دليل على ذلك، فبناء على هذه الصفة الجزئية التي يمتلكها يمكن أن يصل إلى اختيار أفضل السائقين، أما في الفيزياء يؤكد **أرسطو** على صعوبة الملاحظة الحسية

---

[1] - Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p 69.

[2] - Aristote, **logique, tome3**, op, cit, p, 7

[3] - Aristote, **les topiques**, tradition Yvan pelletier, chapitre xii, in, http// remacle.org/ bloodwolf/ philosophie/ Aristote/ topiques.htm*xii.

البسيطة، وبالتالي سيكون من الضروري فصل ما يسميه بالمجموعات التي تعيق الوصول إلى المبادئ فيقول:« لكنّ الطريق في الطبيعة هو الانتقال من ما هو معروف وأكثر وضوحا إلى ما هو أكثر وضوحا بالنسبة لنا إلى ما هو أكثر وضوحا ومعروفا بالنسبة للطبيعة... فلماذا من الضروري التقدم بهذه الطريقة، ولكن ما هو واضح لنا أولا هو المجموعات المشوشة، ولكن فيما بعد تصبح معروفة وذلك بتقسيمها إلى عناصر ومبادئ »[1]، إذن ستسمح لنا معرفة مبادئ الفيزياء الوصول إلى العلل وهي الموضوع الرئيسي **لأرسطو**، لذلك يستخدم الاستقراء فقط لاكتشاف المبادئ، ويوظف الاستنباط كمنهج لدراسة الطبيعة في بقية الدراسة، فالاستقراء خطوة ضرورية وأولية مهمة في دراسة الطبيعة، كما أنَ الاستقراء هو ممر من الواقع إلى القانون لأنَه يوفر المبدأ التوضيحي للحقائق المرصودة ولمعرفة العلل، وفي دراسة مثيرة للاهتمام ومكرسة للتفكير العلمي عند **أرسطو** يلخص لنا هذا القول أطروحة **أرسطو** حول هذا الموضوع فيقول:« هناك في الإنسان قوة فكرية تمكنه في إدراك الوحدة من التعدد المتكرر لنفس التصورات الحسية أو الجنس في الفرد أو العام، لذلك عندما ندرك فردية كالياس، نتعرف عليه كرجل في نفس الوقت، وتتكون النفس البشرية بحيث لا يستمر الإحساس في شكل ذكريات فحسب، بل أيضا أن تكرار نفس الشيء لا يشكل تعدد الذكريات ولكن لديه وحدة تجربة فيها يمكن للروح فهم ما يشكل مبدأها المفهوم العام »[2]، فانطلاقا من وجهة النظر هذه يمكن أن نصل إلى أنّ مبدأ الاستقراء عند **أرسطو** يشكلها الجزء ومثال كالياس دليل على ذلك فبمجرد تحليل هذا الاسم إلى أجزاء نصل إلى أنَه رجل وبتدخل جملة من العوامل كالنفس والذكريات ندرك مباشرة الهدف العام الذي نريد بلوغه بتحليل هذا الاسم.

أما **نيوتن** إذا أردنا أن نعرف ما إذا كان استخدم الاستقراء في عمل ما، يجب الاطلاع على القواعد من الكتاب الثالث وخاصة القاعدة الثالثة والقاعدة الرابعة، فتنص

---

[1]- Aristote, **la physique tom1**, op, cit, p, 71.

[2]- robert Vidal, **l'induction chez les philosophies et dans la pratiques mathématiques**, dossier mathématique et philosophie, apmep n= 451, 2016. P, 218.

القاعدة الثالثة على:« أنَ الخاصية المادية غير قابلة للزيادة أو النقصان والمنتمية إلى جميع الأجسام القابلة للتجربة فينبغي اعتبارها منتمية إلى جميع الأجسام بدون استثناء »[1]، ويقصد **نيوتن** هنا الامتداد والصلابة والحركة والجاذبية... ويكفي أن نثبت تجريبي ا وجود هذه الصفات في بعض الأجسام لنسندها عن طريق الاستقراء إلى جميع الأجسام الأخرى ويؤكد **نيوتن** في تعليقه على هذه القاعدة أنَ السبيل الوحيد إلى معرفة الأجسام هو طريق التجربة، وأنّه لا يمكن أن نقابل التجارب بالأوهام [2]، أي من هنا يظهر أنَ **نيوتن** ما كان ليصل إلى الاستقراء حول الأجسام ليطبقه على الأجسام الأخرى، أما القاعدة الرابعة والتي تنص على أنَ « في الفيزياء يجب اعتبار الأفكار التي نصل إليها انطلاقا من الظواهر عن طريق الاستقراء صحيحة أو شبه صحيحة رغم الافتراضات المضادة حتى نثبتها بصفة نهائية ظواهر أخرى أو يتبين أنَها تدخل في إيطار الاستثناءات »[3]، هنا يعطي **نيوتن** الأولوية المطلقة للمنهج الاستقرائي في الفيزيا ء ويستبعد الأفكار المسبقة والافتراضات التي تمثل منهجية أساسية في الفيزياء الديكارتية بدل التجربة والاستقراء، ونص القاعدة الرابعة يتضمن فعلا إشارة صريحة إلى **ديكارت** وإلى منهجه العقلاني[4]، إذن من خلال القاعدة الرابعة يصر على استخدام الاستقراء في الفيزياء وذلك للأهمية الكبيرة التي يحظى بها في الكشف والوصول إلى نتائج دقيقة، ويعلق الباحث **أنتوني** على هذه القاعدة فيقول:« فالقاعدة الأخيرة **لنيوتن** هي أنّ صفات الأجسام التي يمكن إجراء التجارب عليها هي صفات لا تتغير، يجب أن تحسب من بين الخصائص المشتركة لهذه الأجسام نفسها، مثل الامتداد، والصلابة وقوة القصور الذاتي هي خصائص ثابتة لجميع الأجسام والتي يمكننا تجربتها، وهكذا نخلص إلى أنَ الأجسام الأخرى البعيدة عنا، مثل تلك الموجودة في أعماق الأرض والأجرام السماوية لها

---

[1]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3,** op, cit, p, 471.

[2]– عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 88.

[3] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel, livre3,** op, cit, p, 472.

[4]– عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 89.

نفس الخصائص »[1]، **فأنتوني** يصل إلى ما وصل إليه **نيوتن** وهو تطبيق الاستقراء على جميع الظواهر الطبيعية ما دامت الأجسام لها نفس الخصائص، وبتطبيق هذه الخصائص نصل إلى معرفة طبيعة الأجسام أيضا الموجودة في أعماق الأرض والسماء فهو لم يقل بشيء جديد وكل ما قاله استخلصه من **نيوتن**، ويستشهد **بيبرتون** بالقاعدة نفسها للتأكيد على مبدئه الثالث، لكنه يوسعه من خلال توضيح مبدأ الاستقراء المستخدم في الفيزياء بالتفصيل، لذلك فهو يخلط بين قواعد **نيوتن** الثالثة والرابعة في نفس المبدأ فيقول: « والمبدأ الثالث من هذه المبادئ، الذي لا يستنتج وضوحه من المبدأين الآخرين، وهو أنَ صفات الأجسام التي تمكن صنعها بالتجارب، يجب أن تعتبر أصلية في جميع الأجسام، وفي هذه القاعدة نسند طريقة الاستقراء، والتي بدونها لا يمكن إحراز بعض التقدم في الفلسفة الطبيعية، لأنَه من خلال التجارب فقط تصبح صفات الأجسام معروفة لنا، لأنَه لا توجد طريقة متبقية لاكتشاف خصائص هذه الأجسام، والتي لا يمكننا أن نمتلكها بالخبرة، لأنَها بعيدة عن متناولنا فقط بتطبيق ما نعرفه عن الأجسام التي فحصناها، فالاحتياط الوحيد المطلوب هنا هو أنَ الملاحظات والتجارب التي نفكر بها كثيرة، وأنَ نؤخذ بعين الاعتبار جميع الاعتراضات التي يمكن أن نقترحها كما لاحظ **بيكون** بحكمة شديدة، وهذه النتيجة لا يتم تجاهلها عندما ننسب بموجب هذه القاعدة الامتداد والصلابة لجميع الأجسام، على الرغم من أنَه ليس لدينا أقل دليل مباشر على أن الأجرام السماوية لا يمكن اختراقها أو حتى النجوم الثابتة لها حد ما »[2]، وبناء على هذا نجد أنَ **بيبرتون** يرى في الاستقراء المبدأ الوحيد الذي بفضله نستطيع معرفة طبيعة الأجسام والعوامل التي تؤثر عليها وضرب مثال على ذلك بالأجرام السماوية والنجوم؛ أي بمعنى أنَه لا يعرف ماذا يؤثر بداخلها ولكن بحكم مبدأ الاستقراء يمكن أن نعمم ذلك على الأجسام المتشابهة لها، لقد ذهب **نيوتن** إلى أبعد مما فعل

[1]- d'Antoni, **instution physico-mathématique a l'usage de l'école royales d'artillerie et du génie, du Turin tom1**, Strasbourg, chez bouer et treuttel, 1777, p, 19.

[2]- pemberton**, élément de la philosophie de newton**, op, cit, pp, 30-32.

في التأكيد على ضرورة استقاء الفروض مع الظواهر بشكل عام بل كان يطلب من النظرية أن تساعد على حساب القيم العددية للظواهر الطبيعية بنفس الدقة، بل كان يريد من النظرية أو الفرضية أن تكون شاملة ودقيقة ومعبرة أقوى تعبير عن وقائع التجربة، ولم يكن يتردد في تعليق الفرضية إذا ظهر أنَها لا تتوافق مع معطيات التجربة توافقا تاما، وكما ذكرنا قبل فلقد توقف في موضوع تغير انجذاب القمر نحو الأرض عدة سنين عندما تبين له أنَ حساباته لم تكن متوافقة مائة في المائة مع ما كان معروفا حول قياس شعاع الأرض [1]، وهذا ما يثبت مرة أخرى أنَ نيوتن يصر دائما على الاستقراء كمبدأ عام في دراسة الطبيعة بصفة عامة، بل أكثر من ذلك ذهب إلى حد إنكار الفروض في أبحاثه والدليل على ذلك، أنّه من الكتاب الأول إلى الكتاب الثالث لم يدرج **نيوتن** الفروض في كتاباته نظرا لعدم ثقته فيها، ونظرا إلى أنّها في كثير من الأحيان تؤدي إلى أخطاء، **فنيوتن** يلح على ضرورة عدم افتراض أي شيء قبل البرهنة عليه كما يوضح ذلك في هذا القول: « لم أتمكن بعد من استنتاج سبب هذه الخصائص للجاذبية من الظواهر، ولا أتخيل أي فرضيات لأنَ ما لم يستنتج من الظواهر الحسية افتراض، والافتراضات سواء كانت ميتافيزيقية أو فيزيائية أو ميكانيكية أو مستمرة لا ينبغي أن تقبل في الفيزياء، ففي الفيزياء نستنتج الأفكار من الظواهر الحسية ثم تعمم بعد ذلك عن طريق الاستقراء، وهكذا عرفنا الحركة وقوة الأجسام وقوانين أخرى عرضناها »[2]، وهكذا يصبح إيمان **نيوتن** بمبدأ الاستقراء أمرا واضحا لا غبار عليه وهو موقف أصر عليه بإبرازه في أكثر من مرة، وعلى هذا الأساس كان يميز بين الاستقراء بوصفه أداة للتعميم والاستنتاج وبوصفه الوسيلة التي تمكن من إقرار النتائج الصحيحة، ويضيف إلى ذلك في قول توضحي له عن كيفية استقراء الظواهر والوصول إلى قانون الجاذبية العامة فيقول:« في هذه الفلسفة نرسم المقترحات من الظواهر، ثم نجعلها عامة عن

[1]- محمد عابد الجابري، المرجع السابق، ص، 270.

[2]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p, 632.

طريق الاستقراء، فبهذه الطريقة تم معرفة الصلابة، والتنقل وقوة الأجسام، وقوانين الحركة، وقوانين الجاذبية، ويكفي وجود الجاذبية أنّها تعمل وفقا للقوانين التي كشفتها، وأنها يمكن أن تفسر جميع حركات الأجرام السماوية والبحرية »[1]، فهذا القول يلخص لنا من خلاله **نيوتن** كيف توصل إلى استنتاج الجاذبية وذلك باستقراء خصائص الأجسام من حركةٍ وصلابةٍ وقوةٍ وقوانين الحركة، تُوصل إلى أن جميع الأجسام تتأثر بمبدأ عام وهو الجاذبية العامة، ومجمل القول من كل هذا أن **أرسطو ونيوتن** استخدما الاستقراء في أبحاثهم حول الطبيعة، ولكن نقطة الخلاف بينهما هو أن **أرسطو** استخدمه للكشف عن المبادئ الأولى، أما **نيوتن** استطاع انطلاقا من هذا المبدأ الوصول إلى جملة من القوانين في نظامه الكوني.

-2-3- العقلانية Rationalité[*] والتجريبية [**] EMPIRISME: في هذا العنصر أيضا سوف نحاول أيضا الكشف عن أهمية العقلانية والتجريب عند الرجلين، نظرا لأنهما كان من بين المشتغلين على هذا العنصر من جهة، ومن جهة أخرى فالوصول إلى نتائج عملية في الحقيقة يتطلب هذا النوع من التوظيف للعقل والتجربة والوصول إلى قانون الجاذبية العامة كإجراء أولي يتطلب المرور على ما سبق وذكرناه، **أرسطو** مثلا يرتب الناس ترتيب هرميا وبالنسبة له فالفن نشاط تقني يولد من التجربة والتي هي نقطة انطلاق العلم ويتجاوزها من خلال تزويده بمعرفة أفضل للطبيعة، لذلك يقول: « ومع ذلك فإننا عادة ما نعتقد أنَ المعرفة والقدرة على الفهم تنتمي إلى الفن أكثر من التجربة، فنحن نعتبر رجال الفن متفوقين على رجال التجربة، والحكمة موجودة في جميع الرجال ومصاحبة للمعرفة، لأنَ

---

[1]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p, 632.

[*] العقلانية: هي موقف فلسفي يتعارض بمعنى ما مع التجريبية * ، ويميز العقل * كمصدر للمعرفة. يفترض استخدام القواعد المنطقية والمفاهيم المسبقة. العقلانية ركن من أركان النشاط العلمي. إنها تعارض اللاعقلانية * التي تلجأ إلى ما لا يمكن تفسيره ، والذي يعبر عنه التصوف أو السحر أو السحر والتنجيم أو الخوارق أو الخرافات. Simon diner, lexique de la philosophie naturel, p, 792.

[**] التجريبية: موقف معرفي يؤكد أن كل المعرفة تأتي فقط من التجربة أو الملاحظة. الموقف المعارض للعقلانية، البديهيات والافتراضات والمبادئ العامة ليست مفيدة للمعرفة، تم تأسيس النظرية من الحقائق التجريبية عن طريق الاستقراء. Ibid, 285.

الأوائل يعرفون العلة فيما الآخرين يجهلونها، وفي الواقع يعرّف رجال التجربة الأشياء ولكن لا يعرفون علّتها، بينما الحرفيون يعرفون لماذا والعلة معا »[1]، فمن هذا يظهر أنَ **أرسطو** يعطي أهمية كبرى للعقل على حساب التجربة، والدليل على ذلك ما قدمه الآن وبمثال توضيحي أيضا غير أنَ الحرفيين متفوقون لأنَهم يعرفون الأشياء وعللها بينما التجريبيو ن يعرفون فقط الأشياء، لذلك كما سبق الذكر فهو يرتب الناس ترتيبا حسب درجة امتلاكهم المعرفة وكيفية الوصول إليها، فيضع رجال الفن في المرتبة الأولى كونهم أصحاب عقل وتجربة بينما يضع التجريبيين في المرتبة الثانية كونهم يمتلكون التجربة فقط.

يستطرد **أرسطو** في تقديم الأمثلة من الحياة العملية والمادية ليؤكد أنَها جميعا لا تستغني عن المعرفة العقلية، فالأشياء الجسمية مجرد أدوات، وعلينا أن نطلب المعرفة التي تساعدنا على حسن استخدامها، وتسير الحجة التي يسوقها لإثبات هذه القضية في خطوات: فالأشياء تنشأ عن طريق الصنعة والطبيعة أو عن طريق الصدفة والحظ وعملية النمو تمشي في خط لا يعكس من كون إلى نمو بتحقيق غاية إلى تحلل وفساد، وهي عملية تعبر عن الحقيقة الغائية التي تطبع بختامها مذهب **أرسطو** كله والطبيعة نفسها هي منبع كل خير وجمال، وتكون مظاهر إبداعاتها جميلة بقدر ما تسير العملية الطبيعية السابقة في طريقها السوي، كما تكون منتجات الفن والصنعة البشرية بقدر ما تحاكي الطبيعة وما تركته ناقصا[2]، ومن هنا نفهم بأنَ ملكة العقل عند **أرسطو** هي الوسيلة الوحيدة التي يمكن بها إدراك جميع الأشياء في الطبيعة من تغير وحركة وتحلل وفساد، لذلك يرى أن من بين الأسباب التي جعلت البعض يدرك قوانين الطبيعة هو امتلاكهم ملكة العقل لأنّ لها القدرة على التمييز بين الأشياء وكيفية نشوئها وتحللها وفسادها.

---

[1] - Aristote, **la métaphysique**, op, cit, p, 44.

[2] – أرسطو، **دعوة إلى الفلسفة**، قدمه وترجمه إلى العربية عبد الغفار مكاوي، دط، الهيئة العامة للكتاب، مصر، 1987، ص ص، 15-16.

يأتي الحديث عن سلم التطور الطبيعي الحسي، فالطبيعة نفسها تقتضي بأنَ يكون الهدف الأسمى للإنسان هو تحقيق ملكة العقل التي نسميها الحكمة أو الفطنة وبحكم الطبيعة نفسها توجد مستويات مختلفة لملكة العقل والقدرة على التفكير، هذه المستويات تؤلف سلما من القيم يتربع على قمته الفكر الذي تتم فاعليته ويختار كذلك لذاته، والطبيعة يسودها النظام والترتيب وتراعي الحد ولا تتعداه، فهي عاقلة ولا تعمل شيئا بالصدفة، وهي فكرة تمثل نواة الفلسفة الأرسطية وتتردد في معظم كتاباته [1]، **فأرسطو** يؤكد أنَ تحقيق الوصول إلى الطبيعة ليس هدفا مستحلا على الإطلاق لكن شريطة استخدام العقل لأنَه الملكة الوحيدة القادرة على إدراك جميع الأشياء والمسألة في النهاية مسألة نظر وعلم نظري بالمبادئ والأصول.

إنَ العلم الخالص يسبق كل علم لاحق بالأشياء، والأدوات والأجسام، كما تسبق العلة بالمعلول، ويتقدم الشرط على ما يتعلق ب هويعتمد عليه، فمعرفة الأول والبسيط في الطبيعة أسهل من المعرفة بأي شيء آخر، لأنَ كل ما عداهما يتكون من هذه العناصر ويبني منها، ثم إنَ كل ما هو خير فهو كذلك محدد ومنظم، والمهم بعد كل شيء هو العلم بالأسباب والعناصر الأولية، أو هو كما نقول اليوم معرفة البنية الأساسية بحيث تكون الأولوية دائما للبسيط على المركب، وبحيث تسبق المبادئ ما يترتب عليها، فدور العقل عند **أرسطو** هو الكشف عن العلل الأولى وعن طريق هذه الملكة بالطبع نستطيع التمييز بين البسيط والمركب والمعقد والسهل وأكثر من ذلك هي ملكة تساعد في إدراك الموجودات في الطبيعة، والأنموذج الأرسطي في رؤية حديثة أخرى كذلك مصمم لصياغة شروط التعليل العلمي، فتعليل ظاهرة هو فهم لماذا تحدث وهذا الفهم يتضمن إظهار أنَها قابلة للاستنباط من المبادئ الأولى الشارحة نفسها بنفسها، حين يقول **أرسطو** أنَ الإبستيمية تترجم عادة إلى

[1]- أرسطو، المصدر السابق، ص، 16.

معرفة معينة بما لا يمكن أن يكون غير ذلك فإنَ زعمه يجب أن يقرأ لا... بوصفه تراثا من **أفلاطون** غير ممتحن بل بوصفه فرضية جوهرية مخصّصة لتوضيح المفهوم السائد للفهم، وذلك الفهم يشكله تعليل الروابط الضرورية في الطبيعة [1]، إنَ توضيح المفهوم السائد يكون بتعليل الروابط الضرورية في الطبيعة ومن هنا نستنتج أنَ **أرسطو** يصر على ضرورة استخدام العقل في الوصول إلى نظرية المعرفة كاملة، لكن مهما فسرنا **أرسطو**، فليس بالإمكان نكران أنَه ملتزم بالزعم أنَ العلم يرتبط في مرحلة من المراحل بفهم الحقائق الضرورية عن الواقع أو الروابط الضرورية في العلم الطبيعي، وأنَ هذا العنصر ف ي تفكير **أرسطو** هو الذي يجعله ملائما لتصنيف مقاربته بأنَها بمعنى من المعاني مقاربة عقلانية، وكما سنرى فإنَ فكرة الحقيقة الضرورية والروابط الضرورية هي فكرة ذات حجم كبير في فكر العقلانيين الكبار في القرن السابع عشر [2]، يبدو من خلال هذا النص هناك دعوة إلى الالتزام بالضرورة العلمية عند **أرسطو** كما هي أيضا اعتراف من صاحب الفقرة أنَ بروز أغلب تيارات العقلانية في القرن السابع عشر ترجع إلى **أرسطو** سواء كانت تيارات فلسفية أو علمية، وهذا ما يلخص لنا دور العقل في بناء الأنساق المعرفية وتشكل النظريات العلمية، ليصل **أرسطو** في الأخير إلى هذا الاستنتاج أين يبين أهمية ودور العقل في اكتشاف الأشياء فيقول:« لقد أوضحنا في الأخلاق الفرق بين الفن والعلوم والتخصصات الأخرى من نفس النوع، لكن الهدف من مناقشتنا الحالية هو إظهار أنَه تحت اسم الحكمة يفهم الجميع بشكل عام ما يتعامل مع العلل الأولى والمبادئ الأولى كما قلنا أعلاه، فعادة ما نحكم على الإنسان المجرب بالتفوق على الإنسان الذي لديه إحساس بسيط، ورجل الفن نجده متفوق على رجل الخبرة والمهندس المعماري في العمل والعلوم النظرية والعلوم العملية، فمن الواضح

---

[1] – جورج كوتنغهام، **العقلانية**، ترجمة محمد منقذ الهاشمي، ط1، مركز الإنماء العربي، حلب، سوريا، 1997، ص، 41.

[2] – جورج كوتنغهام، المرجع السابق، ص، 42.

الآن أنَ الحكمة هي علم لها عللها ومبادئها »[1]، فمجمل القول من كل هذا أنَ **أرسطو** رجل يشجع على اكتساب الحكمة لأنّها الطريق الوحيد لإدراك جميع الأشياء في الطبيعة ونحن ندرك جيدا ما هو السبيل إلى إدراك الحكمة عند أرسطو وهي العقل وفي ختام حديثه في هذا المجال يؤكد مرة أخرى أنَ رجل الفن متفوق على الجميع كونه يدرك الأشياء جيدا عن طريق العقل والتجربة على عكس الآخرين الذين يفتقدون هذه الميزة، وأيضا رجل الفن نجد له إلمام بجميع المواضيع من علوم عملية ونظرية.

أما فيما يخص **نيوتن** فكتابه **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** يعج بالكثير من الأمثلة التي تؤكد موقفه حول اعتماده التجريب في جميع أعماله وتؤكد بفضل التجارب أنّه مارس التجريب لتبريِر المفاهيم والقوانين الفيزيائية فيقول: « إنَ الأجسام المقذوفة تواصل حركتها لكن قوة الجاذبية تجذبها نحو الأرض وصلابة الهواء تؤخرها »[2]، ويستدل على ذلك بأجزاء الدوامة التي تبتعد بصفة مستمرة من الخط المستقيم رغم تمسكها لأن صلابة الهواء تعيقها بصفة تدريجية، ويعطينا مثالا توضيحيا على ذلك فيقول: « الكواكب والمذنبات التي تنتقل في الأماكن أقل صلابة من المكان الذي تتحرك فيه دوامة تواصل حركتها التدريجية والدائرية مدة أطول من الزمان الخاص بالدوامة وبكل الأجسام الموجودة على سطح الأرض، ذلك لأنَ صلابة الهواء أقوى على سطح الأرض وتصبح أضعف كلما ارتفعنا إلى عالم الأفلاك والكواكب»[3]، الملاحظ أنَ التجارب التي يشير إليها العالم هنا تقضي ظرفا تجريبيا معينا وهو نفي صلابة الهواء أو الخلاء والمنهج التجريبي عامة يفترض ظروفا تجريبية دقيقة يحددها العالم وفق الفكرة التي يريد إبرازها أو التحقق من صدقها [4]، إذن من خلال هذه الأمثلة يتضح لدينا أن **نيوتن** كان عالما تجريبيا بامتياز وأنَ عماد عمله هو التجربة ودون

---

[1]- Aristote, **la métaphysique,** op, cit, p, 44-45.

[2]- Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre3**, op, cit, p, 628.

[3] - ibid, p, 628

[4]– عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 90.

التجربة يصبح دون قيمة، أما المثال الآخر نجده مباشرة بعد نص القانون الثالث فهو يقول:« إنَه إذا ما جذب حصان صخرة مثلا فهو بدوره مجذوب من طرف الصخرة لأنَ الحبل الذي يربط بينهما يستعمل الجهد نفسه لجذب الصخرة نحو الحصان ولجذب هذا الأخير»[1]، ومن هذا المثال **نيوتن** يريد أن يلخص لنا مضمون القانون الثالث من قوانين الحركة عن طريق التجربة وعن طريق الفعل ورد الفعل.

كما نذكر تجربة قد أوردها **نيوتن** لتبرير وجود الحركة المطلقة في الطبيعة حيث يدير إناء ماء مربوط بحبل ويواصل العملية حتى يصبح ذلك الحبل صلبا جدا من شدة الالتواء ثم نملئ الإناء بماء ونترك الكل في حالة سكون ونجعل الحبل ينحل لنصل إلى أنَه لكي يكون الإناء بهذه الصفة يجب أن يكون في حركة تدوم مدة طويلة، لأنَه في البداية تبقى صفحة الماء الموجودة في الإناء مسطحة مثلما كانت قبل عملية الالتواء، ولكن بعد برهة عندما تنتقل حركة الإناء إلى الماء الذي يحتويه تدريجيا فإنَ الماء يأخذ في الدوران وفي الارتفاع نحو شفقة الإناء ويصبح مجراها [2]، قد يصعب تصور هذه التجربة ذهنيا ولكن الشيء الذي نريد أن نؤكده من خلال هذه الأمثلة هو أنَ نيوتن صاحب عقلية تجريبية ويؤكد دائما تمسكه بالتجربة كونها الطريق الوحيد المؤدي إلى نتائج عملية دقيقة.

إنَ تاريخ العلم لا يعرف أي عمل آخر، أتاح في آن واحد الفرصة لزيادة كبيرة في البحث ودقته، فبالنسبة للأجرام السماوية استخلص **نيوتن** قوانين **كبلر** من حركة الكواكب السيارة، وفسر أيضا بعض الجوانب التي لوحظ أنَ القمر لم يخضع فيها لهذه القوانين، وبالنسبة للظواهر الأرضية استخلص نتائج بعض المشاهدات المتناثرة عن حركة البندول والمد والجزر؛ إذ **نيوتن** عند تطبيق قوانينه على البندول كمثال، اضطر إلى معاملة ثقل البندول باعتباره كتلة مركزة في نقطة بغية إعطاء طول البندول طولا محددا وأغلب نظرياته

---

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel, livre1**, op, cit, p, 18.

[2] – عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 90.

كانت عن تأثير مقاومة الهواء، باستثنا ء بعضها الذي كان لا يزال في مستوى الفروض أو الآراء التمهيدية، وكانت هذه بمثابة أحكام فيزيقية تقريبية سديدة، ومع هذا فإنَها باعتبارها أحكاما تقريبيةٍ حدث نوع من التوافق المتوقع بين تنبؤات **نيوتن** والتجارب الفعلية[1]، فتوضح هذه الفقرة على أنَ **نيوتن** عندما لا يكون متأكدا من النتائج التي وصل إليها يعيد تجاربه أو يعلق أبحاثه إلى أن يجد الحلول، خاصة في تجاربه.

كما يتجلى الجانب العقلي **لنيوتن** في بداية كتابه **المبادئ** خاصة في التعليق الذي افتتح به الكتاب سنة 1668م حيث يقول: « فأساس الهندسة إذن هو الممارسة الميكانيكا والعلم الهندسي هو فرع من الميكانيكا العامة التي تدرس كيفية القياس... »[2]، فالمبدأ الأساسي للهندسة هو دراسة الميكانيكا بكل فروعها وأشكالها، ويقول أيضا: « الهندسة لها ارتباط ما بالميكانيكا لأنَه يتعلق بهذه الأخيرة رسم الخطوط المستقيمة والدوائر التي بنيت عليها في الأول، وأنّه لمن الضروري فعلا أن يتقن من يريد دراسة الهندسة رسم هذه الخطوط قبل تلقيه الدروس الأولى في هذا العلم بالذات وبعد ذلك نتعلم كيف نحلها بواسطة هذه العمليات فنقتبس من الميكانيكا حلولها ونتعلم من الهندسة كيفية استعمالها... »[3]، يبدو أيضا أنَ **نيوتن** يقصد أساسا الهندسة وهو ما يبرره مضمون كتاب **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**؛ إذ الهندسة وحساب التناسب والربط بينهما مهمة هذا الكتاب، **ونيوتن** ليس مبتكر هذا المنهج الأساسي، فقد سبق عندما نادى **أفلاطون** باعتبار الظواهر الطبيعية كائنات رياضية، كما نحى العلماء المسلمين هذا المنحى ويمكن أن نذكر في هذا الصدد كلا من **البيروني وابن سينا**...إلخ، وفي بداية القرن السابع عشر قال **غاليلي** بضرورة كتابة الطبيعة بأحرف رياضية، وكان **غاليلي** يفضل أن تكون هذه الظواهر خطوطا ودوائر وغيرها من

---

[1]– توماس كوهن، **بنية الثورات العلمية**، ترجمة شوقي جلال، دط، عالم المعرفة، الكويت، 1992، ص، 61.

[2]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1** op, cit, p, xv.

[3]- ibid, p, xv.

الأشكال الهندسية المتاحة في ذلك الزمن وأن تحل الإشكالات التي تطرح بطرق هندسية [1]، فمن خلال هذا يظهر بأنَ **نيوتن** عازم على دراسة الطبيعة بأشكال وطرق هندسية وإضافة إلى ذلك فهو بقي وفيا إلى أسلافه في استخدام هذه الطريقة، وهي ليست جديدة أو غريبة عليه وإنَما بقي فقط أن يوضح لنا كيف يتم تطبيقها والعمل بها.

كما يرى بأنَ من بين أسباب عدم تطور الميكانيكا التقليديۃ يرجع إلى عدم استخدام الهندسة بدقة فيقول:« بما أنَ أهل الصنعة اعتادوا العمل بغير دقة، تولدت عن هذا أسباب كل ذلك التمييز بين الميكانيكا والهندسة »[2]، فالهندسة تمثل نقطة الاختلاف، حيث عرفت الميكانيكا معه تطورا عكس الميكانيكا القديمة التي عرفت بالجمود نتيجة عدم الاهتمام بالهندسة، ويضيف إلى ذلك فيقول: « أما نحن الذين لا نبحث في الصناعات بل في تقدم الفلسفة فنعتبر خاصة الثقل والخفة والقوى الكهربائية وصلابة السوائل والقوى الأخرى من هذا النوع هي إما جاذبة أو دافعة »[3]، ونعتقد أنَ **نيوتن** يقصد هنا الجوهر التقليد ي للفلسفة وهو التأسيس العقلاني، والفلاسفة جميعا حتى التجريبيو ن الحسيون منهم عقلانيون بهذا المعنى؛ إذ كلهم يبحثون في أسس المواضيع التي تشغل بالهم والتأسيس مرتبط بالضرورة بالعقل والعقلانية، وفعلا فالمواضيع التي يذكرها **نيوتن** والتي يجعل منها مدار دراسته هي أسس للطبيعة، وعلى كل حال فلا أحد ينكر أنَ التريض هندسيا يدخل في ميدان العقلانية من بابه الواسع؛ إذ أنَ العلم الرياضي بصفة عامة هو أمر من أمور العقل، وطبعا ما يقال في خصوص الميكانيكا يقال أيضا في الفيزياء العامة، إذ وحد **نيوتن** بين جميع الفروع الفيزيائية دون استثناء[4]، ومن هنا نستخلص أنَ الاتجاه العقلاني عند **نيوتن** مؤكد وثابت وذلك من خلال ارتباط الرياضيات بالعقل، وكما نعلم أنَ الهندسة جزء من الرياضيات، وبما أنَها جزء

---

[1]– عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 99.

[2] - Isaac newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, xvj

[3] - ibid , p, xvj.

[4]– عبد القادر بشتة، المرجع السابق، ص، 100.

منها فهي أيضا جوهر عقلاني، إذن فالبحث في الطبيعة عند **نيوتن** مرتبط بالضرورة بالعقل وهو الأداة الوحيدة لضبط الأسس وهو ما يمكننا أن نلاحظه عند تفحصنا لكتاب **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية**.

3- التفسير الإبستمولوجى Épistémologie*:

3-1- **اللغة:** سوف نتطرق إلى هذا الجانب لمعرفة اللغة التي استعملها والنتائج المتوصل إليها، وأيضا لمعرفة ما إذا كان **أرسطو ونيوتن** قد استخدما نفس اللغة أم لكل منهما لغة خاصة به، ونحن نعلم أنَ اللغة أدت دورا مهما في بناء واكتشاف القوانين والمعرفة سواء كانت علمية أو فلسفية، يُعرف **أرسطو**، بأنه منطقي ولكي نؤكد هذه الحقيقة يجب أن نثبتها أولا لنأخذ بهذا القول فيقول: « إذا كان الجسم **A** على سبيل المثال، يعبر الوسط في زمن **C**، ويعبر الوسط **D** الذي هو أكثر شفاف في الزمن **E**، وإذا كان طوله يساوى طول **D**، فان الحركة ستكون متناسبة مع مقاومة الوسط »[1]، فمن خلال هذا القول يظهر أنَ استنتاج **أرسطو** في هذه الحالة هو استنتاج منطقي حيث ينطلق من مقدمة كبرى وهي الجسم **A** الذي يعبر الوسط في زمن **C** والوسط **D**، والمقدمة الصغرى وهي إذا كان طوله يساوى الطول **D**، النتيجة هي أنَ الحركة متناسبة مع مقاومة الوسط، فهذا الاستدلال ليس غريبا، **فأرسطو** يستخدم لغة منطقية في إثبات جميع ما توصل إليه من حقائق؛ إذ لا تخلو كتاباته من الاستدلالات المنطقية.

كما يمكن أن نلخص أهم موقف **لأرسطو**، وهو أنَ العلم عنده عبارة عن معرفة برهانية؛ أي المبرهن عليها، والمعرفة البرهانية هي دائما معرفة من خلال وسائط، وهي

*الابستمولوجيا: علم وفلسفة المعرفة والظواهر. دراسة نقدية لظروف وأساليب * العلمية للأشياء والظواهر. دراسة نقدية لشروط وأساليب المعرفة العلمية. بين الانطولوجيا، ونظرية المعرفة ، هناك نفس العلاقة بين النظرية والممارسة ، أي مع الأخذ في الاعتبار دور المراقب *. هناك قطبان أساسيان متعارضان في الخطاب حول طبيعة المعرفة العلمية. موقفان يغطيان إلى حد ما رؤيتين للطبيعة. Simon diner, **lexique de la philosophie naturel**, p, 303.

[1]- Aristote, **la physique tom2**, op, cit, p, 206.

معرفة النتائج من خلال المقدمات، والمعرفة المعروفة على نحو علمي لا تقف وحدها بمعزل عن الحقائق الأخرى، ذلك أنّ البرهان ما هو إلا تحديد لطبيعة الرابط الذي بين الحقيقة التي نسميها بالنتيجة والحقائق الأخرى التي نسميها مقدمات الاستدلال، فالعلم هو تحديد لعلة الأشياء، وهذا ما يعنيه المبدأ الأرسطي القائل بأنَ معرفة العلم هي معرفة الأشياء من خلال عللها[1]، فاستخدام **أرسطو** للمنطق لغرض البرهان لأنَه طريقة من الطرائق الصحيحة التي تؤدي إلى المعرفة الصحيحة وإدراك العلاقات والعلل بين الأشياء والموجودات الطبيعية.

إنَ الترتيب المناسب في أي نسق منظم للحقائق العلمية هو الترتيب الذي يبدأ من أبسط المبادئ وأوسعها لتطبيقها ثم ينزل للاستدلال منها من خلال استنتاجات متتالية حتى الوصول إلى أكثر القضايا تعقيدا، وبالتالي فإنَ عرض علة هذه القضايا المعقدة، لن يتم إلا عن طريق سلسلة من الاستدلالات، وهذا هو ترتيب التبعية المنطقية، وهو الذي يصفه أرسطو بأنَه الاستدلال مما هو أول بحسب طبيعته من حيث المعرفة؛ أي ما هو بسيط إلى ما هو عادة أكثر ألفا بالنسبة لنا لأنه اقل بعدا عن تعدد وقائع الإدراك الحسي الذي لا نهاية له؛ أي القضايا المركبة، وفي حال الاكتشاف فإننَا نسير في الاتجاه المغاير وننتقل مما هو مألوف لنا، وهي وقائع شديدة التركيب إلى الأكثر قابلية للمعرفة بحسب طبيعته وهي أكثر المبادئ بساطة والتي تكون الوقائع متضمنة لها، ونتيجة كل هذا هو أنَ **أرسطو** يعرف في كل شيء بالتمييز بين الإدراك الحسي والمعرفة العلمية، فالإدراك الحسي عنده لا يقدم لنا حقيقة علمية لأنَ كل ما يستطيع تأكيده هو أنَ واقعة ما غير قادر على تفسيرها بإبراز علاقتها مع بقية أجزاء نظام الوقائع؛ أي أن الإدراك الحسي لا يقدم لنا سبب الواقعة [2]، فمن خلال هذا يظهر أن **أرسطو** يستخدم لغة منطقية خالصة في الوصول إلى استنتاجاتهوذلك

---

[1]- فاروق عبد المعطي، **أرسطو**، ط1، دار الكتب العلمية، بيروت، لبنان، 1992، ص، 41.

[2]- فاروق عبد المعطي، المرجع السابق، ص ص، 40-41.

بغرض التمييز بين المعرفة الحسية والتي يعتبرها كثيرا ما تشوش معارفنا عكس المعرفة العقلية والتي أساسها البرهان والاستدلال والتي تُوصِلُنَا إلى حقائق دقيقة ونتائج علمية.

من خلال رؤية تفسير **أرسطو** العام للتفكير العلمي، تبين أنَه متأثر بشدة بالتصور البديهي أو الاستنباطي للمعرفة، وبدلا من الإصرار على الإجراءات الاستقرائية القائمة على الملاحظة الحسية كالتجريبيي ن المتأخرين أمثال **فرنسيس بيكون Francis Bacon** (1561-1626) ، يحاجج **أرسطو** على أنَ المعرفة العلمية الحقيقية يجب أن تتضمن البراهين المنطقية الصارمة، من المبادئ الأولى ما دام محالا، كما توجد له معرفة علمية يمكن أن تكون غير ذلك، فما هو معروف بفضل المعرفة البرهانية يجب أن يكون ضروريا، ولذلك فالبرهان استنباط من المقدمات الضرورية [1]، فالمعرفة البرهانية هي ما يفسر توجه **أرسطو** العلمي وما دام البرهان هو استخلاص النتائج من المقدمات، إذن يبقى الطريق الصحيح عند هذا الأخير هو الوصول إلى المعرفة الصحيحة.

يقر **أرسطو** أنَ نقاط الانطلاق الأساسية نفسها لا يمكن البرهان عليها بالاستنباط المنطقي ولو أمكن لما كانت المبادئ الأساسية للنظام، فالبرهنة كلها يجب أن تتوقف في مكان ما لذلك يعلن **أرسطو** أن أول مبادئ العلم يعرف بعملية تدعى" **epogoge**" وكلمة "**epogoge**" كثيرا ما تُذْكَرُ بجانب التفكير الاستنباطي بوصفها إحدى الطريقتين اللّتين نتعلم بهما، وتترجم في العادة كلمة **epogoge** إلى كلمة "استقراء"، ولكن علينا أن نحذر من أن نكون قد ضللنا وأقحمنا على **أرسطو** الرؤية البيكونية القائلة بأن العلم يثبت نتائجه باستقراء القوانين العامة من الملاحظات والاختبارات الدقيقة في الأحوال الخاصة، وفي الحقيقة ليس عند أرسطو ما ينسجم مع المنهج الاختباري النظامي في العلم، والكلمة اليونانية **epogoge** مشتقة من الفعل **epogogun** الذي له المعنى العادي غير التقني للفعل (

[1]– جون كوتنغهام، المرجع السابق، ص، 39.

يغري) وعليه فالفكرة الجوهرية في مصطلح **epogoge** الأرسطي هي فكرة العقل الذي (يغري) من حقيقة إلى أخرى، ويبدو إذن أنَ دور الحواس في إثبات المبادئ الأولى هي عند **أرسطو** مجرد دور مساعد على الكشف، والحواس قد تقودنا إلى الاتجاه الصحيح، أو تحثنا على التفكير بموازا ة الخطوط المثمرة، ولكنها هي نفسها لا تثبت حقيقة القضايا الضرورية، فلا يمكنها أن تزودنا بمعرفة ما لا يمكن أن يكون غير ذلك، ويلح أرسطو أن **epogoge** لا يمكن بحد ذاتها أن تفضي بنا إلى المعرفة الحقيقة أو الابستيمية، كيف يمكن أن نبلغ المعرفة بهذه التصورات الأساسية؟ والحل عند **أرسطو** هو أننَا نعرف المبادئ العلمية بالحدس العقلي الذي يسميه النوس (**nous**)[1]، فاستخدام **أرسطو** للمنطق كلغة وكمنهج للوصول إلى المعرفة الصحيحة له ما يبرر ذلك، وغرضه هو التخلص من المعرفة الحسيّة والتي تكون في كثير من الأحيان نتائج غير دقيقة، وثانيا كرد على اللّذين يرون بأنَ **أرسطو** ينتمي إلى زمرة الفلاسفة الحسيين، ولكن الحقيقة أنَ **أرسطو** يستخدم الحواس كوسيلة فقط للكشف عن المبادئ الأولى لأنَ المرحلة الثانية هي المهمة، وهي التجريد العقلي الذي من خلاله فقط يؤكد صحة المعرفة أو ينفيها.

نختتم كل هذا بما قاله **أرسطو** في هذا المجال: « إنّ أول ما ينبغي أن نذكره هو الشيء الذي فحصناه هنا والغرض الذي قصدناه، فأما الشيء الذي نفحصه هو البرهان، وغرضنا العلم البرهاني »[2]، فإذا كان **أرسطو** في التحليلات الأولى يحدد لنا ما هو العلم البرهاني، فهو في طريق وضع لغة علمية تحمينا من الوقوع في الأخطاء، وَوَجَدَ أنّ المنطقَ هو العلمُ الوحيدَ الذي يستطيع القيام بهذا الدور، فلا غرابة علينا إن وجدنا كل استنتاجات **أرسطو** في الطبيعة مبنية على هذا الأساس، ومنه نقول أن **أرسطو** استخدم لغة منطقية خالصة في بناء نسقه الطبيعي.

---

[1]– جون كوتنغهام، المرجع السابق، ص، 40.

[2]– عبد الرحمان بدوي، **منطق أرسطو**، ج1، ط1، دار القلم، بيروت، لبنان، 1980، ص، 180.

أما فيما يخص **نيوتن** فيستخدم لغة رياضية خالصة في جميع أبحاثة و الدليل على ذلك أنه في بداية كتابه " **المبادئ**" يوضح ذلك من خلال هذا القول: « إنَ صعوبة الفلسفة على ما يبدو العثور على القوى الطبيعية انطلاقا من ظواهر الحركة المعروفة لدينا وإيضاح الحركات الأخرى في مرحلة ثانية على أساس ما تم إقراره أولا، لذلك ضبطنا في الكتاب الثالث تفسيراتنا لنظام الكون، حيث حددنا على أساس العروض الرياضية المبرهنة عليها في الكتابين الأولين القوى التي بواسطتها تميل الأجسام إلى الشمس وسائر الأفلاك، وبعد ذلك بواسطة الفروض الرياضية نفسها، استنتجنا من هذه القوى حركات الأفلاك و المذنبات والقمر والبحر »[1]، واضح من خلال هذا القول أنَ **نيوتن** يريد أن يصل إلى نظام للكون، ولكن هذا النظام لا يستطيع التعبير عنه إلا بلغة رياضية دقيقة، ويضيف إلى ذلك قائلا: « وهدفنا من هذا الكتاب المساهمة في الميكانيكا بدراسة العلم الرياضي في علاقته بالفلسفة الطبيعية»[2]، فالهدف المراد بلوغه من طرف **نيوتن** هو الوصول إلى ميكانيكا رياضية لمعرفة طبيعة العلاقة الموجودة بين الرياضيات والفلسفة الطبيعية أي بمعنى آخر هل يمكن إخضاع الظواهر الطبيعية للتقدير الكمي و الكيفي؟.

أما إذا رجعنا إلى التعريفات فيما يخص كمية الحركة فيقول: « كمية الحركة تكون بضرب الكتلة في السرعة»[3]، وإذا أردنا أن نحول هذا التعريف إلى لغة رياضية فنرمز لكمية الحركة بـ "ع" والكتلة "ك" والسرعة "س" فنحصل على العلاقة الرياضية التالية وهي ح= ك.س، وبالتالي حتى التعريفات التي استخدمها **نيوتن** تعبر عن علاقات رياضية خالصة، وإضافة إلى ذلك فالقانون الثاني من قوانين الحركة أيضا يعبر عنه بلغة رياضية والذي نصه:« يبقي الجسم ساكنا، أو يستمر في حركته على خط مستقيم وبسرعة ثابت، ما لم يكن

---

[1] - Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, xv.
[2] - Ibid, p, xv.
[3] - ibid, p, 2.

خاضعا لتأثير قوة خارجية »[1]، فهو قانون أساسي في الديناميك ا ويعبر عنه بالعلاقة التالية: ق= ك.ع، حيث تدل "ق" على القوة و "ك" على الكتلة، و"ع" على التسارع، فعلى ضوء هذا نجد نيوتن قد وظف الرياضيات كلغة للتعبير عن قوانينه ومفاهيمه في الطبيعة والأمثلة على ذلك كثيرة، كما يرى أيضا أنَ: « مفاهيم الزمان والمكان والحركة هي قياسات حسية يتم التعبير عنها بمقادير رياضية بحتة »[2]، ومن خلال كل هذا يظهر أيضا حتى المفاهيم كالزمان والمكان والحركة هي أيضا عبارة عن علاقة رياضية ويظهر هذا الهدف الرئيس ي من كتاب المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية وهو تريض الطبيعة.

كما اكتشف **نيوتن** كيفية قياس الالتواء أو درجة انحدار أي منحنى عند أي نقطة وقد عرف ذلك باسم "إشكالية المماس" وتحديد الخط المتعامد على منحني ما، أي الخط المتعامد على المماس عن طريق إيجاد نصف قطر ميل دائرة كبيرة عند نقطة تماسها مع المنحني، فأخذ الخطوط المتعامدة بين نقطتين قريبتين، مما يسمح للمسافة بينهما بأن تصبح صغيرة اعتباطيا، حينئذ استطاع أن يوجد خط التماس لأي نقطة من خلال معادلات تعبر عن القطع المخروطي، وكذلك الحد الأقصى والحد الأدنى للمعادلات ذات صلة، وقام بتعميم الإجراء ليعبر عن العناصر الأساسية لما نطلق عليه التفاضل، والذي يمثل من خلاله ميل المماس معدل التغير الذي يطرأ على منحني ما عند أي نقطة، فحساب التفاضل هو جزء من اكتشاف **نيوتن** لحساب دقيق في الجاذبية، كما أدرك **نيوتن** بوجه عام أنَ تقنيات المماس والتربيع هي عملية معكوسة بمعنى أنَه كان لديه النظرية الأساسية للتفاضل والتكامل وقد كان يتعامل مع المنحنيات كنقاط تنقش خطوطا في فراغ افتراضي تحت ظروف معينة، وأشار إلى السرعات التي تتعرض لها النقاط في لحظات معينة من الوقت، وكان هذا هو ما أطلق عليه التفاضل والتكامل المناسب، لأن قيم النقاط على المنحني

[1]- Isaac Newton, **principe mathématique de la philosophie naturel livre1**, op, cit, p, 17.
[2] - ibid, p, 7.

تتناسب من النقطة إلى التي تليها، وحينئذ صار بالإمكان التعامل مع المساحات أسفل المنحنيات ليس كمجرد مجموعات من الأجزاء متناهية الصغر، ولكن كمساحات تتشكل حركيا من خلال تقدير الفراغ الذي تمر عبره خطوط تربط نقطة متحركة بقيم مماثلة تقع أسفل النقطة الموجودة على المحور السيني [1]، إذن فمن خلال هذا التمثيل الرياضي استطاع **نيوتن** تقدير الفراغ من خلال القياس الحركي للنقاط أسفل المحنيات في محور السينات، وهذا إن دل فيدل على مدى تثبت نيوتن على استقراء الظواهر الطبيعية رياضيا.

كما أدرك **نيوتن** بوضوح أنَ نجاح قانونه يتوقف على التأييد المستمد من تحقيق نتائجه وكان عليه من أجل استخلاص هذه النتائج أن يتبع منهجا رياضيا جديدا وهو حساب التفاضل، غير أنَه لم يكتف بهذا النصر الاستنباطي، مع كل روعته، وإنما أراد الوصول إلى دليل كمي مبني على الملاحظة، واختبر نتائجه عن طريق القيام بملاحظات للقمر الذي كان دورانه الشهري يعد مثالا لقانون الجاذبية العامة عنده، غير أنَ أمله خاب عندما وجد أن نتائج الملاحظة لا تتفق مع حساباتـه، فما كان من **نيوتن** إلا أن أودع المخطوط الذي دون فيه نظريته في أحد أدراجه، بدلا من أن يجعل للنظرية _مهما كان تناسقها_ الأفضلية على الوقائع، وبعد حوالي عشرين عام، قامت بعثة فرنسية بقياسات جديدة لمحيط الكرة الأرضية، أدرك منها **نيوتن** أنَ الأرقام التي قد كان بنا عليها اختباره لم تكن صحيحة، وأنَ الأرقام الأدق تتفق مع حسابه النظري، ولم ينشر نيوتن قانونه إلا بعد هذا الاختبار [2]، وهنا يكمن دور الرياضيات؛ أي هي أداة للتفسير الصحيح والدقيق، إنَ تعطل **نيوتن** من نشر قانونه مدة عشرين عاما وهذا يعود بالدرجة الأولى إلى عدم توافق القياسات مع النظرية، وعندما تحققت هذه النتائج مع القياسات الجديدة أثبتت صحة قانونه و نظريته.

---

[1]– ريب أيلف، **نيوتن مقدمة قصيرة جدا**، ترجمة، شيماء طه الريدى، ط1،، مؤسسة هنداوى، القاهرة، مصر، 2014، ص ص، 32-34.

[2]– هانز ريشنباخ، **نشأة الفلسفة العلمية**، ترجمة. زكريا فؤاد، ط1، دار الكتاب العربي لطباعة والنشر، 1968، ص، 97.

تعد قصة **نيوتن** مثالا من أمثلة المنهج العلمي الحديث، فمعطيات الملاحظة هي نقطة بدء المنهج العلمي، وتختبر هذه النتائج الضمنية بملاحظات، وهذه الملاحظات هي التي تترك لها مهمة الإجابة بنعم أو لا، ويظل المنهج إلى هذا الحد تجريبي ا، غير أن ما تؤكد الملاحظات صحته يزيد كثيرا على ما تقوله مباشرة، فهي تثبت تفسيرا رياضيا مجردا، أيُّ نظرية يمكن استنباط الوقائع الملاحظة منها بطريقة رياضية، لقد كان لدى **نيوتن** من الشجاعة ما يجعله يغامر بتفسير مجرد، ولكن كان لديه أيضا من الفطنة ما يجعله يمتنع عن تصديقه قبل أن يؤيده اختبار قائم على الملاحظة [1]، ومن هنا يظهر أنَ اللغة الرياضية هي التي أكسبت الفيزياء النيوتنية القدرة على التنبؤ، فرغم استعانته بالملاحظة والتجربة بقي عاجزا عن تفسير ظاهرة مثل الجاذبية وبفضل اللغة الرياضية استطاع فك هذا اللغز، فاللغة الرياضية هي الأداة التي عللت نجاح الفيزياء النيوتنية، ومما سبق يظهر أنَ كلاَ من الرجلين استخدم لغة خاصة به في إثبات فيزيائيته، **فأرسطو** استخدم لغة منطقية خالصة والهدف الذي كان يسعى إليه هو البرهنة على نظامه الكوني الذي يخضع لمبدأ واحد هو المحرك الذي لا يتحرك، أما **نيوتن** فقد استخدم لغة رياضية مكنته بالفعل من إدراك مختلف العلاقات التي تربط نظامه الكوني.

-3-2- القوانين:

بعدما ناقشنا فيما سبق قضية اللغة ودورها في اكتشاف مختلف العلاقات التي تربط أي نظام كوني سواء عند **أرسطو** أو **نيوتن**، فمن المؤكد أيضا أنَ اللغة عامل مهم في اكتشاف القوانين، لأنَ القوانين صورة واضحة عن اللغة المستخدمة، أما عن مبادئ الفيزياء الأرسطية فتفسير الحركات في عالم ما تحت القمر فبالنسبة له هناك عاملان متعارضان هما: فعل المحرك وفعل المقاومة، وبما أنَ مفهوم القوة كان غير معروف تماما فاليوم سوف

[1]- هانز ريشنباخ، المرجع السابق، ص، 98.

نتحدث عن القوة المحركة و التي يرمز لها ب " **F**"، وقوة المقاومة بـ" **R**"، فالمبدأ الأول في ميكانيكا **أرسطو** أنّه إذا كانت هناك حركة وفقط، إذن كان فعل المحرك أكبر من فعل المقاومة ومن خلال استخدام الشكل الرياضي الحديث غير المعروف تماما في ذلك الوقت، ويمكن كتابة هذا المبدأ على النحو التالي: **mouvement= R** $\geq$ **F**، إذن هذا هو القانون الأول في ديناميكا **أرسطو** والذي ينص أنه لإيجاد حركة جسم ما، يجب أن نعرف فعل المحرك وأيضا فعل المقاومة شريطة أن يكون فعل المحرك أكبر من فعل المقاومة لنحصل على الحركة[1]، إذن فالحركة الأرسطية لكي تواصل مسيرتها يجب أن تكون مقترنة بمحرك وإلا سوف تعود إلى حالتها الطبيعية وهي السكون.

أما المبدأ الثاني الأرسطي يمكن ذكره على النحو التالي: لا توجد هناك أي حركة؛ أي بمعنى السرعة فقط إذا كان هناك قوة و بالشكل الرياضي نحصل علي: **mouvement = action**[2]، إذن فالحركة والقوة عند **أرسطو** مبدآن في معرفة سكون وحركة الأجسام وانطلاقا من هذين القانونين توصل إلى قانون عام وهو قانون سقوط الأجسام، وقبل ذلك يجب أن نعرف السبب الذي جعل **أرسطو** يقول بهذين القانونين، فيرجع ذلك إلى عدم تمييز **أرسطو** بين نظرية التوازن ونظرية الحركة، لأنَه لا يعين مبادئه بحرية تامة؛ بحيث لا يربط بين الأول والثاني في أي نقطة؛ بل يعالج بشكل عام الحركات التي تحدث بطريقة ميكانيكية، وعندما لا تُحدِث الحركة أي عمل ميكانيكي فالتوازن يحدث مباشرة، إنَ البديهية الأولى تعطي الحل لجميع مشاكل الميكانيكا والقانون الأساسي الذي عينه **أرسطو** انطلاقا من الحركة المحلية والذي يوجد بشكل ضمني في كل كتاباته حول موضوع الحركة، وهو أنَ قوة المحرك التي تحرك الجسم تقاس بضرب كتلة الجسم المتحرك(بحيث أنَ الكتلة والوزن ليسا مفهومان متمايزان)، على السرعة للحركة المؤثرة للجسم، وبنفس القوة يمكن إذن تحريك

[1] - pierre Sagan, **introduction a la pense scientifique moderne**, op, cit, p, 233.
[2] - ibid, p, 233.

جسم بالتتابع سواء كان الجسم ثقيلا أو خفيفا، ولكنها سوف تحرك الجسم الثقيل ببطء مقارنة بالجسم الثقيل، وبالتالي نحصل على هذا القانون، فسرعة الحركة المطبوعة لجسمين متناسبة عكسيا مع وزنيهما [1]، وهو في الحقيقة ما يكتب بلغة معاصرة بأن السرعة متناسبة مع قوة المتحرك وتتناسب عكسيا مع مقاومة الوسط، إذن فمن خلال المبدأين توصل **أرسطو** إلى مبدأ عام لسقوط الأجسام وعلتها الحقيقية.

إذن لا تقتصر فيزياء **أرسطو** على التعبير بلغتها عن حقيقة الفطرة الحسية، بل يتم نقلها إلى التمييز بين الحركات الطبيعية والحركة العنيفة في مفهوم عام للواقع المادي وهو المفهوم الذي يبدو أنَ عناصره الرئيسي ة هي الإيمان بوجود طبيعة محددة جيدا والإيمان بوجود الكون، والإيمان بوجود مبادئ لهذا النظام فبموجبها تتشكل مجموعة من الحقائق بشكل كامل ومنظمة بشكل جيد، ففي كل نظام كوني يعني ضمنيا أنَ هذه القوانين موجودة في الكون موزعة ومحددة في كل مكان، فوجودها أو عدم وجودها غير مهم لأن كل شيء في الكون له مكان مناسب يتوافق مع طبيعة كل قانون، فيترجم فكرة المكان الطبيعي إلى مفهوم ثابت للنظام إذا كان كل شيء في مكانه الطبيعي فيستقر كل شيء في مكانه الطبيعي ويبقى هناك لا يتحرك أبدا [2]، والحقيقة من كل هذا أنَ **أرسطو** توصل إلى قوانين مهمة في سير نظامه الكوني، والشيء الذي يجب أن ننبه إليه في قوانينه بالتحديد هو أنها بقيت ضمنية وليس مصرحا بها والدليل على ذلك أنَه كثيرا ما يوردها في سياق الكلام والأفكار، فالمكان الطبيعي هو بمثابة قانون يعبِّر عن الأجسام التي تتجه إلى أمكنتها الخاصة بها بناءً على رغبتها وخصائصها من ثقل وخفة، ولكن الغرض من هذا هو أنَه يوجد قانون وراء كل هذه المعاني، وهو خاص بحركة الأجسام وسقوط الأجسام في نظام أرسطو الفيزيائي.

---

[1] - pierre Duhem, **les origines de la statique**, op, cit, p, 4.

[2] - ibid, p, 5.

أما **نيوتن** فلقد أشرنا في الكثير من المرات إلى قوانينه التي تتعلق بقوانين الحركة والجاذبية، وما بقي هو ذكر مدى أهمية هذه القوانين في نظامه الكوني، وانطلاقا من قوانينه الثلاثة في الحركة والجاذبية العامة، استطاع **نيوتن** أن يتناول كل أنواع حركات الأجسام الساقطة على سطح الأرض والقذائف والأجرام السماوية وتحديدا أصبح قادرا على تفسير قوانين "كبلر" في حركة الكواكب، كما أنَه استطاع أن يثبت لنا أنَ القوانين الثلاثة لحركة الكواكب هي تداعيات رياضية منطقية لقوانينه عن الحركة ولقانونه العام في الجاذبية فمثلا باستخدام الشكل الرياضي لقانون الجاذبية العامة للقوى المؤثرة في قانونه الثاني للحركة، كان نيوتن قادرا على الحصول على المعادلة الرياضية للقطع الناقص (البيضاوي) مستخدما الهندسة التحليلية، وبذلك فسر "قانون **كبلر** الأول" في حركة الكواكب، وبالمثل كان قادرا على تفسير سبب تحرك الكوكب في مداره البيضوى(القطع الناقص) بسرعات متغيرة (قانون **كبلر** الثاني)، وكيف أنَ فترة الدورة الكاملة في المدار تعتمد على البعد من الشمس وهو قانون **كبلر** الثالث[1]، إنّ الظاهر من خلال كل هذا أن قوانين الحركة عند **نيوتن** أعم وتشكل نظامه الكوني، وكل قانون من قوانينه في الحركة له تطبيق معين، فهي مختارة بعناية فائقة وفق ترتيب منظم، وبشكل منهجي ورياضي ومنطقي والدليل على كل هذا هو التعبير عن قوانين **كبلر** في حركة الكواكب وإسقاطها على الواقع العيني.

كما لا ينطبق قانون الجاذبية العامة **لنيوتن** على القمر والأرض فقط، ولكنه ينطبق كذلك على الأرض والشمس، وعلى الكواكب الأخرى، وعلى كوكب المشترى وأقماره والتحليل المماثل للأرض والقمر ينطبق بنجاح كباقي الأمثلة الأخرى، وينطبق قانون الجاذبية وقوانين الحركة الأخرى على المجموعة الشمسية، وعليه تثبت الأدلة الفلكية، أنَّ هذه القوانين تنطبق

[1]– نثيان سبيلبرج، وبرايون أندرسون، المرجع السابق، ص، 104.

كذلك على العالم بمقياس أكبر والظاهر أنَ هذه القوانين عالمية بحق [1]، فنجاح قوانين **نيوتن** كان مرتبطا بمدى مطابقة النتائج مع مقياس العالم الأكبر، وبما أنَ هذه القوانين تحقق هذه الفرضية فهي في الحقيقة قوانين عالمية وفائقة الدقة، كما تسمح لنا قوانين **نيوتن** أنَ نذهب إلى أبعد من قوانين **كبلر** لحركة الكواكب، ولأن قانون **نيوتن** للجاذبية يبين أنَ كل الأجسام المادية تمارس قوة جاذبية على كل الأجسام الأخرى.

إننا نعلم أنَ الكواكب لا بُدَّ أن تخضع للجذب ليس من الشمس فقط، بل فيما بينهما كذلك، وهكذا لابد أن تقوم الكواكب بإحداث اضطرابا ت في مدارات بعضها البعض، لذلك تصبح المدارات الناتجة ليست فقط قطعا ناقصا تماما(ليست بيضاوي ة تماما)، وكان **نيوتن** معنيا بتأثيرات تلك الاضطرابا ت وكان يعتقد أن مدارات الكواكب قد تكون غير ثابتة بما فيه الكفاية، بحيث تقوم قوى الشد للكواكب الأخرى بدفع الكواكب ليغادر مداره وهو [2]، وفي النهاية فإن الاضطراب الذي تسببه قوى جاذبية الكواكب بعضها على بعض يمدنا ببعض الأدلة الأكثر إقناعا بصحة قوانين **نيوتن**.

وفي عام 1781م اِكْتَشَفَ كوكباً جديداً أطلق عليه اسم "أورانوس" وبحلول العام 1820م أصبح واضحا أنَ هناك تفاوتا بين المدار المشاهد والمدار المحسوب، وبالتشكيك في وجود كوكب آخر في المجموعة الشمسية، تمكن أخيرا كل من الفلكي الفرنسي "ليفر- سير" والفلكي "آدامز" من حساب الموقع الذي لا بدَّ أن يوجد فيه الكوكب الجديد وما هي كتلته، ليفسر التفاوت، وفي عام 1847م اكتشف **نيوتن** بالضبط في الموقع الذي تنبأ ب ه العالمان، وبدراسة مدار الكوكب الجديد **لنيتون** بعناية شديدة اتضح أنَه مازال هناك كوكب آخر لا بدَّ من وجوده، وفي عام 1930م تم اكتشاف "بلوتو" وتم إزالة البقية غير المفسرة من

---

[1]- نثيان سبيلبرج، وبرايون أندرسون، المرجع السابق ، ص، 104.

[2]- المرجع نفسه ، ص، 104.

الاضطرابات، ومازال الجدل مستمرا حول ما إذا كانت هناك أي نقطة من الاضطرابات في مدارات كل الكواك ب بعد أخذ قوى الجاذبية كل الكواكب المعروفة الآن في الحساب والاضطرابات المتبقية صغيرة، وقد تكون أخطاء طفيفة في المشاهدات الصعبة، أو ربما هناك كوكب آخر [1]، إذن فمن خلال كل هذا يظهر أنَ الاضطرابا ت وقوى الجاذبية تمكن العلماء من استثمارها في اكتشافات جديدة، وهنا يظهر مدى أهمية قوانين **نيوتن** ليس فقط في عصره فقط، وإنَما كان لها تأثيرها حتى اليوم، وهو ما يؤكد أنَ قوانين **نيوتن** هي قوانين عالمية ولا مجال للشك فيها.

إضافة إلى مدارات الكواكب، تبين قوانين **نيوتن** عالية الدقة في الكثير من المواقف الفيزيائية، فمثل هذه الحسابات فيما يخص الكواكب يجرى استخدامها فيما يخص مدارات الأقمار الصناعية حول الأرض ويتولى الجمع المناسب بين قوانين **نيوتن** الثلاثة والقانون العام للجاذبية تفسير حركات كل القذائف، وتستخدم قوانين **نيوتن** يوميا بواسطة المهندسين والعلماء لوصف حركة القطارات إلى الجسيمات تحت الذرية، كما يقوم المحامون بدراسة قوانين **نيوتن** في الحركة ليتمكنوا من تحليل حوادث السيارات، وعلى الرغم من بعض التعديلات وتوسيع قوانين **نيوتن** ، فإنَها دائما ما تبدي دقة في وصف الحركة في العالم الفيزيائي[1]، وبالمختصر فقد نجح **نيوتن** في ترك إرث من القوانين، صالحة في كل مكان وزمان، وليس في مجال محدد فقط بل أينما ذهبنا نجد قوانينه سارية المفعول، وبإيجاز يمكن أن نقول **نيوتن** فسّر نظامه الكوني بوجود قوانين الحركة وقانون التربيع العكسي للجاذبية.

أما عن مجمل القول من كل هذا عند **أرسطو ونيوتن** نجد أنَ طبيعة القوانين مختلفة عند كل من الرجلين فالأول كان غرضه من القوانين هو صياغة المبادئ الفلسفية لنسقه الفلسفي، أما نيوتن فقد كان يسعى إلى الوصول لنظام كوني في غاية الدقة، أما من

---

[1]– نثيان سبيلبرج، وبرايون أندرسون، مرجع سابق، ص، 105.

حيث الدور نجد أنَ قوانين **أرسطو** لم تؤدِ دورا وظيفيا في تفسير ظاهرة من الظواه ر التي عالجها، أما **نيوتن** فقد كانت جل قوانينه تؤدي دورا وظيفيا أساسيا من خلال التعبير عن الواقع المدروس، كما أنَ القوانين الأرسطية كانت مجرد أفكار وغلب عليها الطابع النظري، عكس **نيوتن** الذي استطاع أن يترجم تلك القوانين على شكل نظريات بل أكثر من ذلك كانت لها صبغة واقعية، إذن لكي تكتسي القوانين دورا مهما يجب أن تأخذ الطابع الذي تعبر عنه في أي مجال كان، وهنا نصل إلى نظام **نيوتن** وبفضل قوانينه التي كانت أعم و أشمل من نظام **أرسطو** الفيزيائي الضيق.

-3-3- **الحركة:** أدرجت الحركة في مباحث سابقة عند الحديث عن المبادئ سواء عند **أرسطو** أو **نيوتن** وقد تركت إلى غاية مبحث الإبستيمولوجيا بسبب الضرورة العلمية التي فرضت ذلك، لأن الحركة بين **أرسطو ونيوتن** عرفت نوعا من التغير والاختلاف، فتحتم الأمر دراستها دراسة إبستيمولوجية؛ من أجل التعرف على طبيعة ذلك الاختلاف في هذا المفهوم، والعلاقة بينهما، وتفاديا للتكرار فقد عولج مفهوم الحركة وطبيعتها وخصائصها عند كل من **أرسطو ونيوتن**، لذلك فمن الأفضل الدخول إلى معرفة العلاقة بينهما.

نجد أنَ **أرسطو** يأخذ مبدأ آخر وهو:حيث لا قوة، فلا حركة، غير أنه لم يتساءل أحد من أيام **أرسطو** لماذا نرى السهم يستمر في حركته بعد انفصاله عن القوس؟ إنَ مبدأ **أرسطو** كان من شأنه القول أنّ السهم يجب أن يقف بمجرد انفصاله عن القوى الدافعة؛ أي عن قوة شد القوس، لكن التفسير الذي كان يعطي للظاهرة استمرار انطلاق السهم هو أنَه حينما انطلق السهم، اندفع الهواء خلفه ليملأ الفراغ الذي تركه، ولكن هذا الجواب يحتوى على دور فاسد، "الهواء اندفع لان السهم تحرك، والسهم تحرك لان الهواء اندفع"، ومع ذلك

---

[1]- المرجع السابق ، ص ص، 105-106.

استمر المبدأ الأرسطي حتى القرن السابع عشر، وهو أنَه حيث لا قوة فلا حركة [1]، يبدو من خلال هذا أنَ مبدأ الحركة عند **أرسطو** يخضع لمبدأ القوة، ومثال السهم يؤكد على ذلك، كما أنَ الضرورة النسقية دفعته للقول بهذا، لأنَ **أرسطو** في الأخير أراد الحفاظ على نسقه، وذلك من خلال نفي الفراغ، لأننا كما نعلم **أرسطو** يرفض فكرة وجود الفراغ في الطبيعة، ولو قال عكس ذلك فهو بذلك يناقض أفكاره.

أما **نيوتن** فيرى أنَ القوة هي سبب التغيرات التي تحدث على الحركة، من تسارع أو تباطؤ...إلخ، فكل تغير من هذا النوع يحتاج إلى قوة لإحداثه، لكن إذا لم تجد القوة مقاومة، فلا حاجة إلى أي قوة من أجل المحافظة على الحركة المطردة في خط مستقيم [2]، فإذا كان **أرسطو** يعتبر أنَ القوة هي سبب الحركة، **فنيوتن** يرى بأنَها سبب التغير في الحركة من تباطؤ وتسارع، أي بمعنى كلما كانت القوة كبيرة، ازدادت سرعة الجسم، وكلما كانت ضعيفة، كانت سرعة الجسم ضعيفة، ويربط ذلك طبعا بالمقاومة، إذن يظهر من خلال كل هذا أنَ هناك وثبة إبستيمولوجية في المواقف، أي هناك تصحيح من **نيوتن** لموقف **أرسطو**، وذلك من خلال مبدأ القوة فبعدما كانت سببا في الحركة، أصبحت مع **نيوتن** سببا لتغير الحركة.

لقد استطاع **نيوتن** من خلال هذا أن يكتشف قوانين الحركة الثلاثة، ويطبق هذه القوانين على حركة الأجرام السماوية، مما أدى إلى تكوين الميكانيكا السماوية التي تدرس حركة الكواكب والنجوم، وتطورت الميكانيكا بعد ذلك تطورا هائلا فتكون بما يسمى الميكانيكا العقلية، وأصبحت الميكانيكا مؤلفة من فرعين، الديناميكا، والاستاتيكا، فالديناميكا تدرس الحركة، والاستاتيكا تدرس أحوال التوازن في المجاميع، وكل منها تنقسم إلى ثلاثة فروع بحسب كون المتحرك نقطة أو مجموعة أجسام صلبة ليرتبط بعضها ببعض أو سائلا،

---

[1]– عبد الرحمان بدوي، **مناهج البحث العلمي**، ط3، دار القلم، بيروت لبنان، 1977، 46.

[2]– عبد الرحمان بدوي، المرجع السابق ، ص ص، 46–47.

وديناميكا واستاتيكا السوائل تسمى وهيدر و ديناميكا وهيدرو استاتيكا [1]، ومن هنا يظهر أنَ الحركة عند **أرسطو** هي عائق إبستمولوجي في التطور، بينما الحركة عند **نيوتن** دفعة حقيقية، ويظهر الدور الإيبستيمولوجي عند نيوتن في كونه صحح مفهوم الحركة، وأعطى لها بعدا علميا بعيدا عن كل تفسير ميتافيزيق ي، والدليل على ذلك لقد أنَ جميع العلوم الطبيعة حبيسة التطور مدة أزيد من عشرة قرون، وبعد ما جاء **نيوتن** وتصحيحه لنظرة **أرسطو** إلى الطبيعة، رأينا كيف تطورت الميكانيكا والفيزياء، وظهرت فروع جديدة لم يعرفها أحد قبله.

كما يكمن الاختلاف بين أفكار **أرسطو** وأفكار **نيوتن** في اعتقاد حالة السكون لأي جسم هي الحالة المنفصلة إذا لم تدفعه قوة ما، وبالتحديد لأنه كان يعتقد أنَ الأرض في حالة سكون، ولكن تبعا لقوانين "نيوتن" فإنَه لا يوجد معيارا فريدا للسكون، فيمكن أن نقول أن الجسم (أ) في حالة سكون، بينما الجسم (ب) هو الذي يتحرك بسرعة ثابتة أو العكس: الجسم الساكن هو (ب)، بينما يتحرك الجسم (أ) بسرعة ثابتة، فمثلا إذا فصلنا جانباً دوران الأرض ومدارها حول الشمس، فمن الممكن القول أنَ الأرض في حالة سكون [2]، إذن من بين الاختلافات أيضا: طبيعة الحركة نقطة السكون، فالسكون عند **أرسطو** هو حالة يلجأ إليها الجسم في غياب أي قوة تؤثر عليه، كما يعتبره خاصية من خصائص الأجسام، أما عند نيوتن فالسكون حالة لا توجد معايير لتحددها، وذلك حسب قوانينه، والمثال الذي بين أيدينا يوضح ذلك، فإذا كان الجسم (أ) في حالة سكون فإنَ الجسم (ب) بطبيعة الحال يكون في حالة حركة بسرعة ثابتة حسب قوانينه في الحركة.

لنتصور الاختبار التالي: تخيل نفسك محبوسا في صندوق، ولا تعلم ما إذا كان هذا الصندوق مستقرا على متن قطار متحرك، أو على الأرض الثابت، ووضع الأرض الثابت

---

[1]– عبد الرحمان بدوي، المرجع السابق ، ص، 49.

[2]– ستيفن هاوكينغ وليونارد ميلونديف، **تاريخ أكثرا إيجازا لزمان**، ترجمة، احمد عبد الله ألسماحي، والشيخ فتح الله، دط، دار العين لنشر، دب، دت، ص، 32.

هو حالة السكون القياسية عند **أرسطو**، فهل هناك طريقة لتحديد وضع الصندوق؟ إذا أمكننا فسيكون **أرسطو** على صواب، وأن حالة السكون على الأرض هي حالة خاصة، فإذا أجرينا تجربتنا داخل الصندوق وهو على متن القطار، فإنَها ستؤدي إلى نتائج نفسها كما لو كان الصندوق على رصيف القطار (الساكن) (إذا افترضنا غياب أي عوائق واستدارات في حركة القطار)، وسنجد أنَ لعب تنس الطاولة على القطار له السلوك نفسه للعب تنس الطاولة في ملعب ساكن، وإذا كنت داخل الصندوق وتؤدي اللعبة نفسها في قطار يسير بسرعات مختلفة بالنسبة للأرض، وكل سرعة ثابتة مثلا صفر و 50 و 90 ميلا في الساعة، فان حركة الكرة لن تتغير، وستظل كما هي في كل الأحوال، وهذا هو سلوك العالم الذي تعكسه قوانين **نيوتن:** ليس هناك طريقة يمكن أن تعرف بها ما إذا كان القطار هو الذي يتحرك أم الأرض، ولا يصبح مفهوم الحركة واضحا إلا مقارنة بأجسام أخرى [1]، إذن فمن خلال كل هذه التجارب يظهر الاختلاف الفكري بين **أرسطو ونيوتن** في الحركة، ففي كل الحالات عند **أرسطو** يكون السكون حالة خاصة بالنسبة للأرض مهما تغيرت المراجع للأجسام، أما **نيوتن** فالسكون يكون عنده متغير بتغير المراجع، وهو في الحقيقة ما تعكسه قوانينه بصورة واضحة، ومنه يظهر أنَ الحركة والسكون تكون بسبب القوة، أما الحركة والسكون عند **نيوتن** تكون بسبب تغير يحدث في القوة.

ولتوضيح أكثر نفترض أنَ شخصا على متن قطار، يقذف بكرة تنس الطاولة إلى أعلى عموديا على الطاولة، بحيث تسقط في النقطة نفسها كل ثانية، بالنسبة لهذا الشخص لا يتغير موقع الصدمة الثانية عن الأولى، ولا يفصل بين الموقعين أي مسافة، أما بالنسبة لشخص يقف خارج القطار فإنَ الصدمتين سيفصل بينهما أربعون مترا تقريبا، إذ سيكون القطار قد قطع هذه المسافة في الفترة بين الصدمتين، وفقا **لنيوتن** فإنَ كلا من المشاهدين لهما الحق نفسه أن يعد أنفسيهما في حالة سكون، ولذا فإن وجهتي نظرهما مقبولتان، ولا

[1] – ستيفن هاوكينغ وليونارد ميلونديف، المرجع السابق، ص، 32.

تفضل أحدهما عن الآخر كما كان يعتقد **أرسطو**، وسيختلف موقع الأحداث والمسافة بينهما بالنسبة لشخص على القطار والآخر على الرصيف، ولا يجب أن يكون هناك سبب لتفضيل أحدهما على الآخر[1]، ويبدو هنا حسب صاحب النص أنَ كلا منهما صادق في وجهة نظره، وذلك يرجع إلى طبيعة المراجع المستخدمة في نسقه لتحديد الحوادث في الكون، خاصة الحركة والسكون، ولكن كما سبق وقلنا فإنَ دراستنا الإبستيمولوجية قد أثبتت بأنَ الحركة عند **نيوتن** مبدأ ساهم في تطور العلوم الفيزيائية بجميع فروعها، عكس الحركة الأرسطية فقد كانت عائقا إبستمولوجي وكبح تطور العلوم الطبيعة مدة تقارب 10 قرون من الزمن، **ونيوتن** كان غرضه هو وضع حد للتصورات الميتافيزيقية وبناء نسق علمي صارم، ونظام كوني سليم من جميع الشوائب، عكس أرسطو الذي كان غرضه هو المحافظة على التصورات الميتافزيقة والمحافظة أيضا على نسقه الفلسفي.

أما عن مجمل القول من كل هذا حول طبيعة قانون الجاذبية العامة، ومن خلال التحليل والمقارنات التي قمنا بها، يظهر أنَ **أرسطو** تحدث عن قانون سقوط الأجسام، يعني أنَه تحدث عن الجاذبية الأرضية ولكن بشكل ضمني وبتصور ميتافيزيقي، ولم يصل بعد إلى مرحلة التأسيس الفعلي للقانون، أما **نيوتن** فهو من كان مكتشف قانون الجاذبية العامة، بعيدا عن كل تصور ميتافيزيقي، نظرا لاعتماده على جملة من العلوم كالرياضيات والفلك والفيزياء والميكانيكا، توصل أخيرا إلى قانون علمي دقيقي يحكم نظامنا الكوني

[1]– ستيفن هاوكينغ وليونارد ميلونديف، المرجع السابق ، ص ص، 33–34.

نتائج البحث:

من خلال تحليلينا لعناصر الموضوع توصلنا إلى جملة من النتائج المتباينة:

لقد وجدنا تغير مفهوم الجاذبيّة من مرحلة إلى مرحلة أخرى، فعُرفت عند اليونان باسم القوة الطبيعية، التي تمثّل قوة ذاتية متواجدة داخل الجسم، وهذا إن دلّ على شيء فإنّما يدلّ على المحاولات الأولى الجادّة لمعرفة طبيعة الظاهرة، والعلّة المتحكمة في انجذاب الأجسام نحو بعضها البعض، كما تعتبر أيضا بمثابة دليل آخر يؤكد على خوض اليونانيين في المسائل العلمية، وخاصّة في مجال الفيزياء، رغم بساطة المحاولات، ولكن في حقيقة الأمر كانت دفعا حقيقيا للحضارات الآتية بعدهم بمساعدتهم على الخوض أيضا في أمور الطبيعة، وما يميّز هذه المرحلة بطبيعة الحال بقاء الجاذبيّة تحت تفسير ميتافيزيقي.

أمّا إذا أخذنا بعض المفاهيم العلمية الدقيقة عند المسلمين، كالثقيل، والميل، ومركز الثقل، فستوحي إلينا بمعرفة المسلمين للجاذبية بعد تكلمهم عنها وخوضهم في هذه المسألة بطريقة علميّة دقيقة بعيدا عن التفسير الميتافيزيقي، بفضل منطقهم العقليّ واعتمادهم على التجربة والأمثلة الواقعيّة، كما لا ننكر أيضا فضل اليونانيين في هذا باعتبارهم من الأوائل الذين بحثوا في هذه المسائل، وواصل المسلمون دربهم عن طريق الترجمة، والرحلات والبعثات العلمية–وهي عوامل شجعت على التطور العلمي في بلاد المسلمين– والفيزياء تمثّل –في حقيقة الأمر– جزءًا من هذا التطور، لذلك لا أجد أيّ غرابة في دراية المسلمين بالجاذبية وتأكيدهم عليها عن طريق البحث، وممّا سهل علي ذلك هو التقنية التي كانت جد متطورة.

لقد كانت الثورة العلمية في العصر الحديث مفتاحا لفهم عناصر الطبيعة، وذلك بإدخال الرياضيات والتجربة، فساهمت في تطور العلوم بصفة عامة، والفيزياء بصفة خاصة، ولكن الشيء الجدير بالاهتمام هو أنّ الجاذبيّة أصبحت حقيقة علميّة، وليست مجرد أفكار وتصورات ميتافيزيقية، وذلك عن طريق دمج التجربة والحسابات الرياضية، وهو ما

أكده غاليلي عن طريق تجاربه على الأجسام الأرضية، إنّ اختلاف سرعة سقوط الأجسام لا تعود إلى كتلها وإنّما يرجع إلى مقاومة الوسط، ومن خلال هذا نستطيع القول أنّ غاليلي تكلم عن الجاذبيّة الأرضية، أما كبلر فقد تناول موضوع الجاذبيّة في عالم مختلف هو العالم الأكبر المرتبط بالأفلاك والكواكب بِعَدِّها أجساما تنجذب نحو بعضها البعض بشكل متناغم ومتجانس، فأصبحت الجاذبيّة في العصر الحديث واقعا لا مجال للشكّ فيه.

أمّا في العصر المعاصر ونتيجة لتغير الكثير من المعطيات العلمية كتغير المراجع التي اعتمدت في دراسة الكون من قبل، وتغير الكثير من المفاهيم كمفهوم المكان والزمان، ونفي فكرة الأثير بات من الضروري أن تتغير حتى الحقائق العلمية، وهو ما أكدّه أينشتاي ن في نظريتيه النسبية الخاصة والعامة، فإذا كانت الجاذبيّة من قبل تعتبر قوة تؤثر في الأجسام للانجذاب نحو بعضها البعض، صارت الجاذبيّة في العصر المعاصر عبارة عن سقوط حرّ.

إنّ البحث عن الجاذبيّة عند أرسطو قد يتطلب الإلمام بكل عناصر الطبيعة ضروريا، لأنّ الفيزياء الأرسطية لا تعنى بالبحث عن المادة الجامدة فقط وإنّما أيضا المادة الحيّة، مؤكدة على أنّ ما ينطبق من حركات وتغيرات على الأجرام السماوية، ينطبق أيضا على الحيوان والإنسان، وبناءً على هذا توصلنا إلى المعنى الحقيقي للطبيعة عند أرسطو، وأثبتنا أيضا عكس ذلك أنّ الطبيعة عند أرسطو وكما نعرفهما اليوم، ليست شيئا واحدا، ولفهم الطبيعة عند المعلم كان لازما علينا التطرق إلى مفهوم الحركة ولوازمها لأنها جزء مهم في فيزياء المعلم، كما استنتجنا بأنّ الحركة أيضا عند الأخير لا يمكن أن تحدث من دون مكان وفراغ وزمان، فكلّ المفاهيم التي تطرقنا إليها مرتبطة أشدّ الارتباط بالحركة، إذ كلما أراد أن يعرف أي مفهوم إلاّ ويربطه مباشرة بالحركة، وكمثال على ذلك، يَعُدّ الزمان عدد الحركات حسب المتقدم والمتأخر ونفس الشيء بالنسبة للمكان والخلاء، كما أنّ تطرقنا لعنصري الطبيعة والحركة، قد ساعدنا على فهم العالم الأرسطي والمادة المكونة له، وساعدنا أيضا

على فهم أسس تقسيم العالم إلى: عالم ما فوق القمر وعالم ما تحت القمر، كما وضح لنا صورة الحركات في كل عالم، كما أدركنا بهذا التقسيم أنواع كلّ حركة في كلّ عالم، وأكثر من ذلك وجدنا أنّ لكلّ عالم موجود طبيعي خاص به، وبناءً على كلّ هذه المعطيات توصلنا أخيرا إلى تحديد معنى الجاذبيّة عند أرسطو، التي هي قوة طبيعة تساعد الأجسام في النزوع إلى أمكنتها الخاصة بها، فالجسم الثقيل يكون دوما إلى الأسفل، والجسم الخفيف يكون دوما إلى الأعلى، كما نؤكد على إيحائية وميتافيزيقية هذا التفسير، بالرغم من استعانته ببعض الرموز، وخاصة التناسب الرياضي في شكله البسيط، إلاّ أنّه لم يتخلص من النظرة الميتافيزيقية، أما في سياق حديثه عن الجاذبيّة يتّضح أنّ أرسطو تحدث عن الجاذبيّة الأرضية ولم يتحدث عن الجاذبيّة العامة، كما يرجعها إلى علة واحدة والمبدأ الواحد وهو المحرِك الذي لا يتحرك.

إنَ فيزياء نيوتن تنقسم إلى ثلاث مراحل: المرحلة النظرية، مرحلة صياغة القوانين، ومرحلة تطبيق القوانين، وهي خلاصة كتاب **المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية** ، وفهمنا لكلّ محطّة يعني بالضرورة فهم مراحل تطور قانون الجاذبيّة العامة عند نيوتن، لأنّه قبل صياغة أيّ قانون يجب أن تكون وراء ذلك خلفيات ممهدة لظهور القانون، ففي الكتاب الأول حدد نيوتن جملة من المبادئ: كالمكان والزمان والفراغ والحركة وقوانينها، وهو فعلا ما حدث، فالمتأمل في كتاب نيوتن ككل يجده ترجمة كلية لأحد أهمّ القوانين وهو قانون الجاذبيّة العامة، لقد كان يدرك جيدا أنّ معرفة المبادئ جزء من صياغة هذا القانون، فالمبادئ في الحقيقة شملت تقريبا ميادين الدراسات، من رياضيات، وفيزياء، وفلك، وفلسفة، وبعد المبادئ مباشرة بدأ في ترجمتها على شكل قوانين، ولكن قبل أن يصل إلى ذلك، قام بعدّة تجارب في أوساطٍ متعددة وبأجسام مختلفة سواء السائلة أو الصلبة، كما نقل النتائج التي توصل إليها في العالم الأصغر إلى العالم الأكبر، ليصل إلى أنّ الظاهرة المتحكمة في انجذاب الأجسام نحو بعضها البعض هي ظاهرة الجاذبية، وليس كما نبّه إليه ديكارت

وأتباعه بأنّها الدوامات، وما زاد هذا الاكتشاف أكثر جمالا، هو حساب هذه النتائج ومقارنتها بالتجارب، وتوافق الحسابات مع التجارب يؤكد أنّ نيوتن هو المكتشف الأول لقانون الجاذبيّة العامة، بحيث كان التوافق بين الحسابات والتجارب بمثابة إعلانٍ رسمي عن ميلاد قانون جديد، فقانون الجاذبيّة العامة عند نيوتن قانون علميّ دقيق بعيد كلّ البعد عن أيّ تفسير ميتافيزيقي، وهو نتيجة مجهود تظافر مجموعة من العلوم كالرياضيات، والفيزياء، والميكانيكا، وعلم الكون والفلسفة.

إن ما بلغناه من هذه المقارنة هو أنَ طبيعة العلاقة بين المفهوم الأرسطي والنيوتني للجاذبية العامة مختلف من حيث الشكل والمضمون، فالتوافق واضح في الأساس الفلسفي، ولكن مع الأساس العلمي والابستمولوجي ظهر اختلاف عميق بين الرجلين في تفسير ظاهرة الجاذبيّة العامة، لأنّ المساهمة الفكرية لأرسطو لم تتجاوز الأساس الفلسفي، بينما نيوتن واصل المسيرة بطريقة علمية وإيبستمولوجية، وهو ما يجرّنا إلى القول بأنّ تفسير الجاذبيّة عند أرسطو تفسير ميتافيزيقي بعيد كلّ البعد عن النظرة العلمية، خاصة أنَ أرسطو تناول الجاذبيّة العامة على شكل إشارات بسيطة وحددها في الجاذبيّة الأرضية، بينما تفسير نيوتن كان تفسيرا علميّا دقيقا بعيدا كلّ البعد عن الميتافيزيقا، فهو أول من قال بالجاذبيّة العامة وصاغ قانونها، ولم يسبق لأحد من قبل الوقوف على هذا الإنجاز العظيم في تاريخ العلم ومنه في فلسفة العلم.

فهرس المصطلحات:

la gravité	الجاذبية
force mécanique	قوة ميكانيكية
la loi de la gravitation universel	قانون الجاذبية العامة
gravité de la lune	جاذبية القمر
la force de l'attraction	قوة الجذب
mouvement	الحركة
mouvement corporels	حركات الأجسام
monde sidéral	عالم ما فوق القمر
monde sublunaire	عالم ما تحت القمر
pierre magnétique	الحجر المغناطيسي
esprit	النفس
Apeiron	الابيرون
éléments naturel	العناصر الطبيعية
élément	عنصر
opposés	الأضداد
mouvement de la matière	حركة المادة
mouvement perpétuel	حركة مستمرة
force motrice	قوة محركة
force gravitationnelle	قوة الجاذبية
cosmologie	نشأة الكون
monde accident	عالم حادث
centre	المركز
première matière	المادة الأولى
atomes	الذرات

vide finale	الخلاء النهائي
créé le monde	خلق العالم
quatre éléments	العناصر الأربعة
corps lourd	الجسم الثقيل
corps léger	الجسم الخفيف
poids corps	وزن الجسم
masse	كتلة
ciel sphérique	سماء كروية
distance	المسافة
matières	المادة
système astrologique	نظام فلكي
éther	الأثير
corrompu	الفوضى
l'immuabilité	اللانظام
force naturel	قوة طبيعية
lieu naturel	المكان الطبيعي
monde parfait	عالم الكمال
science moderne	العلم الحديث
physique	فيزياء
astronomie	فلك
centre d'univers	مركز الكون
héliocentrisme	مركزية الشمس
axe	محور
orbité circulaire	مدار دائري
phénomènes observiez	الظواهر المشاهدة

les orbites	المدارات
cercles	دوائر
objet célestes	الأجرام السماوية
mouvement droit	حركة مستقيمة
mouvement spirale	حركة لولبية
orbités astronomique	مدار فلكي
épisodes circulation	أفلاك التدوير
mouvement des étoiles	حركة النجوم
système de Ptolémée	نظام بطليموس
l'explication scientifiques	التفسير العلمي
système solaire	المنظومة الشمسية
monde infinie	لانهائية العالم
pluralité du monde	تعدد العوالم
univers infini	الكون المحدود
systèmes planétaires	منظومات كوكبية
force centrifuge	قوة الطرد المركزي
mouvement violent	الحركة العنيفة
mouvement courts	الحركة القصيرة
géométrique du lieu	هندسة المكان
l'impossibilité du vide	استحالة الفراغ
orbite elliptique	المدار الإهليليجي
aberration	زيغ
allongement excessif	الاستطالة الزائدة
mouvement angulaire	الزخم الزاوي
angle de décalage	الإزاحة الزاوية

la loi de l'harmonie	قانون التناغم
le rythme	الوتيرة
constante gravitationnelle	ثابت الجاذبية
le champ gravitationnelle	الحقل ألجاذبي
mécanique	الميكانيكا
la mathématisation	التريض
langage mathématique	لغة رياضية
lois nature	قوانين الطبيعة
lois mathématiques	قوانين رياضية
expériences quantitatives	التجارب الكمية
mouvement projectile	حركة المقذوفات
dynamisme	الدنميكا
moteur	محرك
mouvement articulaire	الحركة المشتركة
immobilité	السكون
ontologie	الانطولوجيا
mouvement local	الحركة المحلية
résistance du corps	مقاومة الأجسام
mécanique statistique	الميكانيكا الاحصائية
cinématique	الكنيماتيكا
accélération uniforme	التسارع الموحد
mouvement composé	الحركة المركبة
mouvement accélérés	الحركة المتسارعة
chute libre	سقوط حر
milieu sans résistance	وسط خالي من المقاومة

التسارع	**accélération**
مساحة السقوط	**distance de chute**
المسافة المقطوعة	**distance parcoure**
الحركة العمودية	**mouvement vertical**
الحركات المائلة	**mouvement diagonaux**
القطع الناقص	**ellipse**
نظرية الجاذبية	**théorie gravitationnelle**
الأنظمة المتسارعة	**système accélères**
مجالات الجاذبية	**zones de gravites**
الميكانيكا التقليدية	**mécanique classique**
كتلة الجاذبية	**masse gravitationnelle**
مبدأ التكافؤ	**principe d'équivalence**
الكتلة العطالية	**masse inertielle**
المنظومات المرجعية	**système référence**
مرجع متسارع	**référence accélérées**
المجوعات القصورية	**groupe inertielle**
الكهرومغناطيسية	**électromagnétisme**
الطول	**langueur**
العرض	**largeur**
الارتفاع	**l'hauteur**
المكان والزمان	**espace–temps**
رباعي الإبعاد	**quatre dimensions**
نظرية النسبية	**théorie de la relativité**
متصل	**continu**

courbure du lieu	الانحناء المكاني
relativité générale	النسبية العامة
géodésie	الجيوديزي
coordonnée	الإحداثيات المتسارعة
l’espace courbe	الفضاء المنحني
coordonnées	الإحداثيات الكونية
photon	الفوتونات
diffractions	انحراف الضوء
rayons infrarouge	الأشعة الحمراء
énergie	الطاقة
orbite elliptique	المدار البيضوى
trous noirs	الثقوب السوداء
Nayot galactique	نواة المجرة
concavité vide	تقعر الفراغ
éclipse solaire	كسوف الشمس
vagues attrayantes	أمواج الجاذبية
gravité rouge	الجاذبية الحمراء
ondes lumineuses	موجات الضوء
impulsions lumière	ذبذبات الضوء
rayons gamma	أشعة جاما
nains blancs	الأقزام البيضاء
dilatation du temps	تمدد الزمن
variations	الانحراف
tourbillon	الدوامات

monde homogène	عالم متجانس
géomètre analytique	الهندسة التحليلية
courbe	منحنى
cercle	الدائرة
point	نقطة
physiques cartésienne	فيزياء ديكارت
observation astronomiques	الملاحظات الفلكية
tourbillon solaires	الدوامات الشمسية
comètes	المذنبات
accélération planétaire	تسارع الكواكب
géocentrisme	مركزية الأرض
système univers	نظام الكون
centre de soleil	مركز الشمس
causalité	العلية
cause matière	العلة المادية
cause formelle	العلة الصورية
cause active	العلة الفاعلة
cause finale	العلة الغائية
discours théologique	الخطاب اللاهوتي
déterminisme	الحتمية
induction	الاستقراء
rationalité	العقلانية
empirisme	التجريبيةِ
épistémologie	الايبستمولوجيا
quantité de la matière	كمية المادة

القوة التحركية	**force imprimée**
القوة المركزية	**force centripète**
السرعة	**vitesse**
القوة القصورية	**force inertie**
الزمان المطلق	**le temps absolue**
الزمان النسبي	**temps relatif**
المكان المطلق	**l'espace absolue**
المكان النسبي	**l'espace relatif**
الحركة المطلقة	**mouvement absolue**
الحركة النسبية	**mouvement relatif**
مبدأ التغير	**principe d'altération**
النهاية	**le fine**
اللانهاية	**l'infini**
عدد متصل	**nombre continuer**
قسمة الأعداد	**division des nombres**
القسمة المستمرة	**divisions contenu**
الحد	**limite**
المقولات	**catégorie**
الجوهر	**substance**
الكمية	**quantité**
الكيفية	**qualité**
العدم	**néant**
الصورة	**la forme**
القوة البحتية	**puissance pure**
الفعل	**action**

التجريد	**abstraction**
المكان	**l'espace**
الخلاء	**le vide**
القبلي	**apriori**
المطلق	**absolue**
الماضي	**passé**
الزمان	**le temps**
الحاضر	**présent**
اللحظة	**l'instant**
التناسب البسيط	**proportion simple**
الحركة الذاتية	**mouvement autonome**
الكائن المتعالي	**être transcendant**

فهرس الأعلام:

أ

أرسطو: 14، 15، 16، 19، 22، 23، 24، 25، 26، 27، 28، 29، 34، 38، 39، 40، 42، 43، 44، 49، 50، 51، 52، 56، 57، 75، 76، 77، 78، 79، 80، 81، 82، 83، 84، 85، 86، 87، 89، 90، 91، 92، 93، 94، 95، 96، 97، 98، 99، 100، 101، 102، 103، 104، 105، 106، 107، 108، 109، 110، 111، 112، 113، 114، 115، 116، 117، 118، 119، 120، 121، 122، 123، 124، 125، 126، 127، 128، 129، 130، 131، 132، 133، 134، 135، 136، 137، 138، 139، 140، 141، 142، 143، 144، 145، 146، 147، 152، 174، 176، 177، 178، 215، 216، 217، 218، 219، 220، 221، 222، 223، 225، 226، 227، 228، 229، 232، 233، 234، 235، 236، 237، 238، 241، 242، 243، 244، 245، 248، 249، 250، 251، 252، 256، 257، 258، 259، 260، 263، 264، 265، 268، 269، 270، 271، 272، 273.

أفلاطون: 14، 19، 21، 22، 40، 41، 42، 45، 46، 80، 86، 88، 89، 90، 91، 123، 178، 232، 233، 251، 254، 255.

أينشتاين: 58، 59، 60، 61، 62، 63، 64، 65، 66، 68، 69، 70، 71، 72، 73.

أنتوني: 245، 246.

انبذوقليدس: 14، 16، 17، 18، 19، 82، 85، 86، 220.

أرسطريخوس: 36، 37، 38، 41.

أرخميدس: 37.

انكسيمندرس: 13، 14، 15، 85.

انكسمانس: 17، 219.

البيروني: 26، 27، 28، 29، 30، 254، 255.

ألخازني: 29، 30، 31، 32.

الفيثاغورين: 14، 15، 16، 17، 42، 46.
إخوان الصفا: 24، 25، 27.
ابن سينا: 32، 33، 255.
إقليدس: 70.
ادينغتون: 69، 70، 71، 72.
ب
بطليموس: 36، 38، 39، 40، 41.
برونو: 42، 43، 44، 45.
بارمنديس: 83، 85.
بيمبيرتون: 160، 161، 165، 245، 247.
بيكون: 225، 226، 246، 247، 258.
ج
جون ستيوارت ميل: 225، 226.
د
ديمقريطس: 14، 17، 18، 19، 51، 82، 85، 86.
ديكارت: 173، 174، 175، 176، 177، 178، 179، 180، 181، 182، 183، 184، 204، 205، 209، 210، 225، 226، 232، 233، 245، 246،
دوشاتليه: 195، 196، 197، 198، 199.
ديكاستل: 202، 203، 204، 205، 206، 207، 208.
دي موليار: 208، 209، 210، 211.
دوهم: 210، 211، 212، 213.
هـ
هوك: 187، 188، 189.
هيرقليطس: 83، 85.
ز

زينون: 101.

ط

طاليس: 13، 14، 83، 85، 87.

ك

كبلر: 45، 46، 47، 48، 49، 50، 164، 182، 183، 184، 186، 187، 188،189، 190، 197، 198، 199، 205، 206، 208، 209، 210، 211، 212، 213، 253، 254، 266، 267.

كوبرنيقوس: 35، 36، 39، 40، 41، 42، 43، 44، 45، 183.

ل

لابلاس: 238، 239.

م

مينكوفسكي: 66.

ميلسوس: 85.

مشال بلاي: 167، 168، 169.

ن

نيوتن: 12، 13، 14، 49، 60، 72، 150، 151، 152، 153، 154، 155، 156، 157، 158، 159، 160، 161، 162، 163، 164، 165، 166، 167، 168، 169، 170، 171، 172، 173، 174، 182، 183، 184، 185، 186، 187، 188، 189، 192، 193، 194، 196، 197، 198، 199، 200، 201، 202، 203، 204، 205، 206، 207، 208، 209، 210، 211، 212، 213، 216، 217، 218، 219، 220، 221، 222، 223، 224، 225، 226، 227، 229، 231، 232، 233، 234، 235، 236، 237، 238، 239، 240، 241، 245، 246، 247، 248، 252، 253، 254، 255، 256، 260، 261، 262، 263، 266، 267، 268، 269، 270، 271، 272، 273.

ف

فولتير: 198، 199، 200، 201، 202، 203.

ت

توما الايكوني: 16، 17، 81، 83.

تيكو براهة: 45، 46، 47.

غ

غاليلو: 49 50، 51، 52، 53، 54، 56، 57، 58، 76، 78، 141، 158، 159،163، 164، 177، 178، 198، 199، 225، 226، 254، 255،

قائمة المصادر والمراجع:

1- المصادر:

1- القرآن الكريم.

2- أرسطو ، فى النفس ، نقله إلى العربية: احمد فؤاد الاهواني، راجعه من اليونانية، الأب جورج شحاتة قنواتي، ط2، دار إحياء الكتب العربية، القاهرة، 1962.

3-.....، الكون والفساد، ترجمة: بارتملي سانت هلرى، نقله إلى العربية، لطفي السيد، دط، الدار القومية لطباعة والنشر، دب، دت.

4-.....، دعوة إلى الفلسفة ، قدمه وترجمه إلى العربية: عبد الغفار مكاوي، دط، الهيئة العامة للكتاب، مصر، 1987.

5- Aristote, la physique tom1 et tom2, traduise par j-Barthélemy saint-Hillarie, libraire de la philosophie landrange, paris, France,

6- ……., la météorologie, traduise par j- Barthélemy saint-Hillarie, libraire de la philosophie landrange, paris, France,

7- ……..., la métaphysique, traduise par j- tricot, éditions, les échos du maquis, France, 2014.

8- ……., traite de ciel, traduise par j-Barthélemy, saint-Hillarie, libraire de la philosophie de landrange, paris, France, 1866.

9- ……., la logique tom3, traduise par j-Barthélemy, saint-Hillarie, libraire de la philosophie de landrange, paris, France, 1838.

10- ……., les topiques, traduction Yvan pelletier, chapitre xii, in, http// remacle.org/ bloodwolf/ philosophie/ Aristote/ topiques.htm*xii.

11- Isaac newton, principe mathématique de la philosophie naturel, traduise par Feue madame la marquise de châtelet, édition, Jacquie Gaby, France, 1990.

12- ……., traite de l'optique, traduise par pierre Coste, libraire quia des grands augustins, paris, 1995.

2- المراجع:

1- البيرت اينشتاين، النسبية الخاصة والعامة ، ترجمة، رمسيس شحاتة، دط، الهيئة العامة للكتاب، مصر، 2000.

2- .....، تطور الأفكار فى الفيزياء ، ترجمة، ادهم السمان، ط 2، دار طلاس، سوريا، 1999.

3- .....، العلم للجميع أفكار وأراء ، ترجمة، رمسيس شحاتة، دط، الهيئة العامة للكتاب، مصر، دت.

4-البيروني، القانون المسعودي ج1، ط1، دائرة المعارف العلمية، حيدر اباد، الهند، 1954

5- أبي الوليد بن احمد بن محمد ابن رشد، تفسير ما بعد الطبيعة ، دط، المطبعة الكاثوليكية، بيروت، لبنان، 1938.

6- أيوب أبو دينه، علماء النهضة الغربية، ط1، دار الفارابي، لبنان، 2011.

7- أ.ت. غريغوريان، م.م. روجانسكايا، الميكانيك والفلك في الشرق وفي العصر الوسيط ، ترجمة: أمين طربوش، دط، الهيئة العامة للكتاب، سوريا، 2010.

8- أكرم مطلك محمد، أزمة المفاهيم في الفيزياء الكلاسيكية نقد مفهومي المكان والزمان ، جامعة المستنصرة، مصر، 2010.

9- احمد فؤاد باشا، فلسفة العلوم بنظرة إسلامية، كلية العلوم، القاهرة، ط1، 1984.

10- احمد عبد الحليم عطية، دراسات في تاريخ العلوم عند العرب ، دط، دار الثقافة، القاهرة، 1991

11- إبراهيم عبد الرحمان، الكون والنظرية النسبية ، دط، قسم الفيزياء جامعة ألملك فهد، السعودية، 2007.

12- إميل بريه، تاريخ الفلسفة ج 2، ترجمة، جورج طربشي، ط 1، دار الطليعة بيروت لبنان، 1982.

13- إخوان الصفاء، رسائل إخوان الصفاء والخلان ج1، مراجعة: خير الدين الزركلي، دط، مؤسسة هنداوي لنشر، ب ب، 2018

14- إخوان الصفا، رسائل إخوان الصفا والخلان ج2، مراجعة: خير الدين الزر كلي، دط، مؤسسة هنداوي لنشر، ب ب، 2018

15- باشلار غاستون، الفكر العلمي الجديد ، ط2، ترجمة، عادل العوا، مراجعة، عبد الله عبد الدائم، المؤسسة الجامعية لنشر والتوزيع، بيروت، لبنان، 1982.

16- بول ديفس، الجائزة الكونية الكبرى، دط، الهيئة العامة للكتاب، سوريا، 2011.

17-..... وجوليان بروان، الأوتار الفائقة نظرية كل شيء ، ترجمة، ادهم السمان، ط 1، دار طلاس، سوريا، 1993.

18- جيمس جينز، الفلسفة والفيزياء، ترجمة، جعفر رجب، دط، دار المعارف، لبنان، دت.

19- جون كوتنغهام، العقلانية، ترجمة، محمود منقذ الهاشمي، ط 1، مركز الإنماء الحضاري، حلب، 1997.

20- ديجونس اللائرتى، حياة مشاهير الفلاسفة ، المجلد الثالث، ترجمة، إمام عبد الفتاح إمام، ط1، المركز القومي لترجمة، القاهرة، 2014.

21- هاينز ريشنباخ، نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة فؤاد زكريا، ط 1، دار الكتاب العربي القاهرة، 1968.

22- هاجر لومير، النسبية العامة، دط، المركز الوطني للمتميزين، سوريا، 2016.

23- ولتر ستيبس، تاريخ الفلسفة اليونانية ، ترجمة، مجاهد عبد المنعم، ط 1، دار الثقافة لنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، 2014.

24- زكي نجيب محمود و أمين العالم، قصة الفلسفة، دط، هنداوي لنشر، مصر، 2017.

25- حسين طه، قادة الفكر، الهلال لنشر، مصر، 1985.

26- زيغريد هونكه، شمس العرب تسطع على الغرب ، ترجمة: فاروق بيضون، دار جبل، بيروت، ط8، 1993.

27- حسن علي حسن، الأسس الميتافيزيقية للعلم، دط، دار قباء، مصر، 2003.

28- يوسف كرم، تاريخ الفلسفة اليونانية، هنداوي لنشر، مصر، 2012.

29- يمني طريف الخولي، فلسفة العلم فى القرن العشرين ، دط، هنداوي لنشر، القاهرة، 2012.

30- .....، الزمان بين الفلسفة والعلم ، الهيئة العامة للكتاب، دط، مصر، 1999.

31- كلفورد ا. بكفور، رواد المعرفة عبر قرون من ارخميدس إلى هاوكينغ ، ترجمة، إيمان نورى الخيالي، دط، مكتبة الملك فهد، الرياض، السعودية، 2011.

32- كريس هورنر امريس ويستاكوت، التفكير فلسفيا، ترجمة، ليلى الطويل، دط، الهيئة العامة للكتاب، دمشق، سوريا، 2011.

33- لويس متز وجيفرسون هين ويقر، قصة الفيزياء، ترجمة، طاهر تربدار ووائل الاتاسي، ط2، دار طلاس، دمشق، سوريا، 1999.

34- محمد عابد الجابري، مدخل إلى فلسفة العلوم العقلانية المعاصرة وتطور الفكر العلمي، ط2، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، لبنان، 2002.

34- محمد قيصرون ميرزا، الميكانيكا التقليدية، دط، قسم الفيزياء، البحرين، 1999.

36- محمد علي ابوريان، أرسطو والمدارس المتاخرةج2، دط، دار المعارف، الإسكندرية، مصر، دت.

37- مصطفى سامي النشار، فلسفة أرسطو والمدارس المتأخرة، دط، منتدى سور الأزبكية، دب، 2006.

38- محمود أمين العالم، فلسفة المصادفة، دط، مكتبة الأسرة، مصر، 2003.

39- محمد التوفيق الضوي، دراسات في الميتافيزيقية، دط، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية، دت.

40- محمد علي ابن سينا، الشفاء، تحقيق: زايد سعيد، مراجعة: إبراهيم مدكور، دط، مكتبة أية الله العظمي المرعشي النجصي،إيران.

41- نيثان سبيلبرج وبرين اندريسون، أفكار سبعة هزت العالم، ترجمة، عبد لله ألسماحي وفتح لله الشيخ، ط1، مصر، 2010.

42- سالم يفوت، الفلسفة والعلم في العصر الكلاسيكي، ط1، المركز الثقافي العربي، الدار البيضاء، المغرب، 1989.

43- .....، ابيستمولوجيا العلم الحديث، ط2، دار توبقال، المغرب، 2008.

44-سائر بصمة جي، تاريخ علم الميكانيك، دط، دار الكتب العلمية، بيروت لبنان، 1971.

45- سيد حسين نصر، مقدمة إلى العقائد الكونية في الإسلام، ترجمة: سيف الدين القصر، دط، كلية الآداب جامعة طهران، 1960.

46- ستيفن هاوكينغ ولينورد ميلونديف، دط، تاريخ أكثر إيجازا لزمن، ترجمة، احمد عبد الله ألسماحي والشيخ فتح الله، دط، دار العين، دب، دت.

47- عبد الرحمان بدوي، ربيع الفكر اليوناني، ط3، مكتبة النهضة، مصر، دت.

48- .....، أرسطو، دط، سلسلة الينابيع، مكتبة النهضة، القاهرة، دت.

49- .....، مدخل جديد إلى الفلسفة، ط1، وكالة المطبوعات، الكويت، 1975.

50- .....، مناهج البحث العلمي، ط2، دار القلم، بيروت، لبنان، 1977.

51- .....، منطق أرسطو ج1، ط1، دار القلم، بيروت، لبنان، 1980.

52- عبد الفتاح غنيمة، العلوم الطبيعية النظريات الذرية والكوانتم والنسبية، دط، دد، مصر، دت.

53- عبد القادر بشتة، الايبستمولوجيا مثال فلسفة الفيزياء النيوتنية ، ط1، دار الطليعة، بيروت، لبنان، 1995.

54- عبد القادر ماهر محمد علي، فلسفة العلوم والمشكلات المعرفية ، ط1، دار المعرفة الجامعية، مصر، 2000.

56- عبد الأمير المؤمن، الفلك والفضاء من الخرافات والتنجيم إلى التليسكوب ، ط1، الدار الثقافية، دب، 2002.

57- عبد الحميد بوعبية، الحضارة الإسلامية ج1، دط، دار الكتب العلمية، بيروت لبنان، د ت

58- فرنسوا روتين، جاذبية مدهشة من التفاحة إلى القمر ، ترجمة، مشال نشا تسفين حنا، ط1، هنداوي لنشر، القاهرة، مصر، 2016.

59- فاروق عبد المعطى، أرسطو، ط1، دار الكتاب العلمية، بيروت، لبنان، 1992.

60- روبرت م.اغروس وجورج ن ستاير، العلم من منظوره الجديد ، ترجمة، كمال خلايل، دط، سلسلة عالم المعرفة، الكويت، 1978.

61- رودولف كأرنب، الأسس الفلسفية للفيزياء ، ترجمة، نفادي السيد، دط، دار الثقافة الجديدة، القاهرة، 2003.

62- ريب أيلف، نيوتن مقدمة قصيرة جدا ، دط، ترجمة شيماء طه الزيدي، مؤسسة مناصري، القاهرة، مصر، 2014.

63- ريموند ا.سروي وجون وي جوت، قانون الجذب العام، ترجمة إمام إبراهيم وحازم فلاح، دط، المركز العلمي لترجمة، دب، 2009.

64- توماس كوهن، بنية الثورات العلمية ، ترجمة، شوقي جلال، دط، عالم المعرفة، الكويت، 1992.

65- Alexandre Koyré, la révolution astronomique, Copernic, Kepler, Borelli, édition Herman, paris, 1961.

66- Alexandre Koyré, étudie galiléennes, Herman, paris, 1966.

67- Auguste maison, introduction a la physique d'Aristote, édition, Félix alcane, France, 1913.

68- Archimède, traite sur l'arénaire, cité par Josèphe Bertrand, l'astronomie moderne, libraire, j- Hegel, paris, 1865.

69- d'Antoni, instution physico-mathématique a l'usage de l'école royales d'artillerie et du gênée du Turin tom1, Strasbourg, chez bouer et tirette, France, 1777.

70- Emile Bréhier, l'histoire de la philosophie, libraire Félix, paris, 1932.

71- Fabienne Baghdassarian, la question du divin dans la philosophie d'Aristote-talicienne, philosophie, université jean moulin, loyons3, France, 2011.

72- Fontenelle, sur la conciliation de deux règles astronomiques de Kepler dans le système de tourbillons, histoire de l'académie des sciences, France, 1733.

73- Galilée Galileo, dialogue sur les deux principaux système du monde, cité par Maurice clavelin, la philosophie naturel de Galilée Alban Michel, paris, 1996.

74- Galilée Galileo, discours a la démonstration mathématique concernant deux nouvelles sciences, cite par Maurice clavelin, la philosophie naturel de Galilée, Alban Michel, paris, 1996.

75- Guy de la porte, physique d'Aristote, commentaire de thomas d'Aquin tom1 et tom2, édition l'harmattan, France, 2008.

76- G.milland, études sur la pensé scientifique chez les Grèce et le modernes, paris, 1906.

77- jean Claud Fraisse, la nature, la logo sciences, paris, 2011.
78- luis du castel, le vrais système de la physique générale de Isaac newton, expose et analyse en parallèle a Descartes, a la portez commun des physicienne, paris, 1743.
79- l'able de Milliers, les lois de l'astronomiques des plantes leur orbite, expliques mécaniquement dans le système plein, in mémoire de l'académie des sciences, France, 1733.
80- la marquise de châtelet, commentaire des principes mathématique de la philosophie naturel, édition disaient et saillant et lembret, paris, 1759.
81- Maupertuis louis pierre moreau, lettre12, in ouverts 4vol, France, 1768.
82- ……, discours sur les figures des astres, in ouverts1, France, 1768.
83- Marco panza, newton, éditions figure de savoir, France, 2003.
84- Maurice clavelin, la philosophie naturel de Galilée, Alban Michel, paris, 1996.
85- pierre Duhem, le système du monde, édition libraire scientifique, tom1, paris, France, 1913.
86- ……, la théorie physique est sont objet et sa setricteur, chamelier au Rivier, paris, 1906.
87- ……..., essaie sur la théorie physique de Platon a Galilée, libraire scientifique Herman et fils, 1908.
88- ……, les origines de la statistique, édition l'Institute de bordeaux en physique, France, 1905.
89- pierre Sagan, introduction a la pensée scientifique moderne, éditions l'université pierre marie curie, paris6, 2008.
90- pemberton, l'élément de la philosophie de newton, livre1, traduit de l'anglais par juan court et Amsterdam et Leipzig, 1755.
91- Platon, Timée, traduise par Émile chambrag, édition la bibliothèque de Québec, Canda.
92- rêne Descartes, le discours de la méthode, libraire de chdelagrane, paris, 1824.
93- ……, le principe de la philosophie, édition Victor cousin, paris, 1824.

94- Roberte Hooke, le mouvement de la terre, cite par Émile la marques de châtelet, in livre commentaire des principes mathématique de la philosophie naturel de newton, paris, 1759.
95- voltaire, lettre de la philosophie, édition, les échos du maquis, France, 2011.
96- ……., l'élément de la philosophie de newton, livre a la portée de tout le monde par MS voltaire jacques des bordes, Amsterdam, 1738.

3- الأطروحات:

1- André kopeck, la planteur ontologique , thèse de doctorat, université de paris, France, 17 avril 2015.
2- Claude slowik, le livre2 des principia, les principes a l'éprouve de leur passage sur terre, philosophie charale de goule, lile3, France, 2014.
3- Ismaël, omarje, aspect de la relation de l'univers spiritualité dans l'histoire de pensée Isaac newton et George lamitre, la quête de la vérité, histoire philosophie sociologie des sciences, universités de paris-Diderot, France, 2010.
4- Patrick guyot, la mise en place d'une nouvel philosophie physique de 18^{éme} siècle, thèse de doctorat, université de bourgogne, France, 2012.
5- Prosper Schroeder, la genèse de loi de la gravitation universelle et la tentative de sa démonstration a traverse le problème de trois corps et la théorie de la lune, de newton a Euler, thèse de doctorat, a l'université Otto, Friedrich, Bamberg, Luxemburg, 2015.
6- Roger mislawski, la causalité dans la responsabilité civile recherche sur ses rapports avec la causalité scientifique, thèse de doctorat présente a l'université de serge patas, France 2015.
7- sylvain barrette, essaie philosophie sur le plaidoyer de Karel Popper sur indéterminisme et sa thèse, mémoire présenté a l'université de Québec, a trois univers.

4- المجالات المقالات والملتقيات:

1- مجلة العلوم، عدد خاص مئة عام من النسبية، سبتمبر، 2015.

2- عبد النبي مخوخ، العلم واللاهوت في فلسفة نيوتن الطبيعية، مؤسسة مؤمنون بلا حدود، جامعة سعيد الدكالي، المغرب، 2 افريل 2015.

3- Arand diner Hervé Guillemin, la mathématisation et la mécanisation du monde du CHSEL sciences, technique, politique (15-18) siècle, lile1, UFR de physique, France, 2012.
4- Blaye Michel, le traitement newtonienne du mouvement projectiles dans les milieux résistant, revue d'histoire des sciences, 1987, tom 40, n^0= 3-4.
5- éléenne kontogiani, la pense de temps salons Aristote, in s, Alexandre et e.rogan(dir) actes des colloques de l'association en linge, $n^=$4, 2014.
6- G-Matale, la cosmos et la divinité in essaie sur la théologie d'Aristote, actes des colloques de Dijon de MS bastait et f-flou, lorrain, la même édition, France, 1998.
7- jean pierre Monaghan, robert Hooke est Isaac newton, laboratoire physique de la matières condensée, UMR7336, université Sophia Antipolis, parc vol rose, 061108, Nice.
8- Paul tannez, recherche sur l'histoire de l'astronomie des sciences, in revue des études grecques, tom7, France, 1893.
9- p-Destrée, le nombre et la perception, revue de la philosophie ancienne, n^0=4, France, 1991.
10- robert Vidal, l'induction chez les philosophie et dans la pratiques mathématiques, dossier mathématique et philosophie, AMEP, N^0=451 ? 2016.
11- Sébastien viscardy, sciences du mouvement de rêne Descartes revue de ciel et de terre, vol140, Belgique, 2014.
12-……, système de Descartes, la théorie des tourbillons, revue de ciel et de terre, vol 130, Belgique, 2014.

5- المعاجم القواميس والموسوعات:

1- أندرى لالاند، الموسوعة الفلسفية ، المجلد الأول، ترجمة، احمد خليل احمد، ط 1، منشورات عويدات، بيروت لبنان، 2001.

2- إبراهيم مرزوق ، كنوز المعرفة ، دائرة معارف مبسطة، دط، الدار الثقافية لنشر، الإسكندرية.

3- جورج طرابشي، معجم الفلاسفة، ط2، دار الطليعة، بيروت، لبنان، 1997.

4- جميل صليبا، المعجم الفلسفي ، الجزء الأول، دار الكتاب اللبناني، بيروت، لبنان، 1982.

5- هوندرتيش تد، دليل أكسفورد لفلسفة ، ترجمة، نجيب ألحصادي ج 1، دط، المكتب الوطني للبحث والتطوير، ليبيا، دت.

6- يوسف رضا، معجم اللغة الفرنسية القديم والمعاصر ، عربي-فرنسي، دط، المكتبة اللبنانية، دب، دت.

7- الموسوعة العالمية العربية ، الجزء الثامن، مؤسسة أعمال لنشر والتوزيع، الرياض السعودية، 1999.

8- موسوعة الحضارة العربية الإسلامية ، المجلد الأول، دط، المؤسسة العربية لدراسات والنشر، دب، دت

9- رشدي راشيد، موسوعة تاريخ العلوم عند العرب ج 3، ط 2، مركز دراسات الوحدة العربية، بيروت، 2005.

10- محمد فارس، موسوعة علماء العرب والمسلمين ، ط1، مركز الوحدة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1993

11- dictionnaire de l'académie françaises, édition, ebook, France, 1798.

12- encyclopédie britannique, 12, 1995.

13- Lecourt Dominique, dictionnaire de l'histoire et de la philosophie des sciences, puf, paris, 1999.

1**4**- le micro robert, dictionnaire de la langue française, paris, France.

6- المواقع:

1- www, marefa.org 4/06/2012, 21 :10

2- www, marifa,org, 23/10/2020, 18:20.

3- http, NASA in arrabic.net/R/A/795 25/03/2018.

5-http://sc.egyres.com/5W4bD 12/03/2012, 12h

4- www, saa-sy.org.

فهرس المحتويات:

الإهداء.....

كلمة شكر.....

المقدمة.....(أ- ح).

الفصل الأول: تطور مفهوم الجاذبية قبل اليونان وبعده.....(9-75).

1- مفهوم الجاذبية عند اليونان.....(10- 24).

1-1- الجاذبية لغة واصطلاحا.....(10- 13).

1-2- طاليس وانكسمندريس.....(14- 16).

1-3- الفيثاغورين.....(16- 18).

1-4- ديمقريطس.....(18- 19).

1-5- أفلاطون وأرسطو.....(19- 24).

2- مفهوم الجاذبية عند المسلمين.....(24- 36).

2-1- إخوان الصفا.....(24- 27).

2-2- البيروني.....(27-30).

2-3- الخازاني.....(30 -34).

2-4- أهم العوامل التي ساعدت في ظهور الجاذبية عند المسلمين.....(34-36).

3- مفهوم الجاذبية في العصر الحديث.....(36-59).

3-1- كوبرنيقوس.....(36-43).

3-2 جيراندو برونو.....(43 -46).

3-3- يوهانس كبلر.....(47 -50).

3-4- غاليلي غاليليو.....(50 -59).

4- الجاذبية في العصر المعاصر اينشتاين أنموذجا.....(59-75).

4-1- السقوط الحر يساوي التسارع والجاذبية.....(59 -65).

4-2- الكون متصل رباعي الأبعاد.....(65 -69).

4-3- الجاذبية وانحراف المكان.....(69 -71).
4-4- الإثباتات التجريبية للجاذبية عند اينشتاين.....(71 - 75).
الفصل الثاني: الجاذبية بالمفهوم الأرسطي.....(77 -147).
1- مدخل إلى الفيزياء الأرسطية.....(77-130).
1-1- مفهوم الطبيعة..... (77-81).
1-2- موضوع الطبيعة.....(81 -83).
1-3- الطريقة المتبعة في دراسة الطبيعة.....(83 -87).
1-4- مكانة أرسطو العلمية.....(87 -92).
2- مفهوم الحركة ولوازمها.....(92 -111).
2-1- مفهوم الحركة.....(92 -98).
2-2- المكان.....(98 -103).
2-3- الخلاء.....(103 -106).
2-4- الزمان.....(107 -111).
3- بنية العالم المادي عند أرسطو.....(111 -).
3-1- تقسيم العالم.....(111-117).
3-2- أنواع الحركات في العالم.....(117 -123).
3-3- طبيعة المادة الأثيرية.....(123 -125).
3-4- طبيعة الموجودات السماوية والهدف من كتاب الطبيعة والسماء.....(125 -130).
4- التعبير الأرسطي للجاذبية.....(130 -149).
4-1- الجاذبية.....(130 -136).
4-2- التفسير الميتافيزيقي للجاذبية.....(136 -139).
4-3- شكل الأرض ومركزيتها للعالم.....(139 -142).
4-4- حقيقية المتحرك الذي لا يتحرك.....(142 -149).
الفصل الثالث: الجاذبية بالمفهوم النيوتني.....(151 -215).

1- أهم المبادئ في الفيزياء النيوتنية.....(151-167).
1-1- الكتلة والقوة.....(151 -155).
1-2- المكان والزمان.....(155 -158).
1-3- الحركة وقوانينها.....(158 -163).
1-4- أهم النتائج والقوة المركزية.....(163 -167).
2- تحليل الكتاب الثاني من المبادئ.....(167 -186).
2-1 سقوط الأجسام في وسط مقاوم.....(167 -170).
2-2- ميكانيكا السوائل.....(170 -173).
2-3- الحركات البندولية.....(173 -175).
2-4- رد نيوتن على الدوامات الديكارتية.....(175 -186).
3- قانون الجاذبية العامة.....(186 -200).
3-1- دراسة نظام الكون.....(186 -190).
3-2- حسابات نيوتن حول الجاذبية.....(190 -195).
3-3- الصياغة القانونية للجاذبية العامة.....(195 -197).
3-4- تأكيد دوشاتليه على الجاذبية العامة عند نيوتن.....(197 -200).
4- أهم المواقف التي سجلت حول الجاذبية العامة عند نيوتن ....(200- 215)
4-1- فولتير.....(200 -204).
4-2- لويس ديكاستل.....(204 -209).
4-3 لويس دي موبرتيس وبريفات دي موليار.....(209 -212).
4-4- بير دوهم.....(212 -215).
الفصل الرابع: طبيعة العلاقة بين مفهوم الجاذبية عند أرسطو ونيوتن.(216- 275).
1- التفسير الفلسفي.....(217-236).
1-1- المفاهيم.....(217 -223).

1-2- مبدأ العلية.....(223 -227).
1-3- الميتافيزيقا.....(227 -236).
2- التفسير العلمي.....(236 -258).
2-1- مبدأ الحتمية.....(236 -243).
2-2- الاستقراء.....(243 -250).
2-3- العقلانية والتجريب.....(250 -258).
3- التفسير الإبستمولوجي.....(258 -275).
3-1- اللغة.....(258-265).
3-2- القوانين.....(265 -271).
3-3- الحركة.....(271 -275).
نتائج البحث.....(276 -279).
فهرس المصطلحات.....(280 -288).
فهرس الأعلام.....(289 -292).
قائمة المصادر والمراجع.....(293 -300).
الأطروحات.....(300).
المجلات المقالات والملتقيات.....(300 - 301).
المعاجم والقواميس والموسوعات.....(301 -302).
المواقع.....(302).
فهرس المحتويات.....(303 -306).