

# فلسفة العرب

(www.arabphilosophers.com)

"التعقد والفلسفة"، ٢٠٠٧، ف. هايليجين، ب. سيلبيرز، و سي جريشنسون، في "التعقد، العلم، والفلسفة"، رادكليف للنشر، أوكسفورد (ترجمة سمير أبو زيد).

Full Reference:

Heylighen F., P. Cilliers, & C. Gershenson (2007): "Complexity and Philosophy", in: Jan Bogg and Robert Geyer (editors), Complexity, Science and Society, (Radcliffe Publishing, Oxford)

## نبذة عن البحث

علم التعقد يقوم على طريقة جديدة في التفكير هي في تباين حاد مع الفلسفة التي تكمن خلف العلم النيوتوني، والذي يعتمد على الردية، الحتمية، والمعرفة الموضوعية. هذه الورقة تستعرض التطورات التاريخية لهذه النظرة الجديدة إلى العالم، وتركز على أسسها الفلسفية. الحتمية تم تحديها بواسطة ميكانيكا الكم ونظرية الفوضى المنظمة "الكاوس". نظرية الأنظمة "systems theory" حلت محل الردية بواسطة نوع من "الكلية" يقوم على العلم. السيبرناطيقا "cybernetics" وعلم اجتماع مابعد الحداثة أظهر أن المعرفة هي بشكل جوهري ذاتية. هذه التطورات تسيير في اتجاه التكامل تحت عنوان "علم التعقد". نموذج المركزي هو النظام المعتمد على تعدد الفاعلين "multi-agent system". الفاعلون هم ذاتيون بشكل جوهري وليس لديهم يقين بخصوص البيئة المحيطة بهم أو مستقبلهم، ولكن يظهر خارج مجال تفاعلهم المباشر المحدود تنظيم كلي (أوعالمي). على الرغم من أن هناك العديد من الفلاسفة، وعلى وجه الخصوص أصحاب مابعد الحداثة، قد طرحوا أفكارا مماثلة، فإن النموذج العلمي للتعقد لا يزال في حاجة إلى أن يتم استيعابه بشكل كامل في الفلسفة. وهذا سوف يلقي ضوءا جديدا على قضايا فلسفية قديمة مثل النسبية والأخلاق ودور الذات.

## ترجمة كاملة للبحث التعدد والفلسفة

### مقدمة

التعدد ربما يكون الصفة الأكثر أساسية في مجتمعاتنا الحالية. مع الإنتاجية المتزايدة للتقدم التقني والاقتصادي، تصبح وسائل النقل والاتصالات أكبر فعالية، وهذا يؤدي إلى أن تفاعل أكثر مما سبق بكثير مع الناس والمؤسسات والأنظمة والأشياء. وكلما كبرت وانتشرت هذه الشبكة من التفاعلات حول العالم، تصبح الأنظمة الاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية والبيئية، والتي نحن جزء منها، أكثر اعتمادا على بعضها البعض. والنتيجة هي منظومة معقدة من الأنظمة بشكل غير مسبق، حيث يمكن أن يؤثر التغيير في أي جزء منها افتراضيا في أي جزء آخر منها، وبشكل لا يقبل التنبؤ به في أغلب الأحوال.

المنهج العلمي التقليدي، القائم على التحليل، العزل، وتجميع كل المعلومات عن الظاهرة محل البحث، لا يستطيع التعامل مع مثل هذا الاعتمادية المتبادلة المعقدة. علم التعدد الصاعد (والدروب، ١٩٩٢؛ جيلبيرز، ١٩٩٨؛ هايليغين، ١٩٩٧) يقدم الوعد بمنهجية بديلة والتي يمكنها أن تتعامل مع مثل هذه المشكلات. ولكن على أية حال فهذه المقاربة تحتاج إلى أسس متينة، بمعنى، فهم وتحديد واضح للمبادئ والمفاهيم القائمة خلفه (هايليغين ٢٠٠٠).

هذا الإطار التصوري لا يزال على وجه التأكيد مفتقد. في الواقع، تطبيقات علم التعدد تستخدم إما تركيبات تقنية شديدة التخصص، مثل لوغاريتمات التجمع الشبكية، تقنيات التمثيل على الحاسوب والمعادلات التفاضلية غير الخطية، أو أفكار وتشبيهات مجازية محددة بصورة غامضة، مثل الانبثاق و"حدود الكاوس". لهذا علم التعدد هو أكثر قليلا من سبيكة من المناهج، نماذج ومجازات من علوم متعددة بدلا من أن يكون علما متكاملًا. ومع ذلك، في حدود إمكانية أن يطالب علم التعدد ببؤرة موحدة، يمكن أن يوجد هذا الإطار التصوري، على وجه الدقة، في طريقته في التفكير، والتي هي مختلفة جوهريا عن تلك الخاصة بالعلم التقليدي (جريشنسون وهايليغين، ٢٠٠٥).

أحد وظائف الفلسفة الأساسية هي أن تحلل وت نقد الافتراضات المتضمنة خلف طريقتنا في التفكير، سواء كانت مؤسسة على العلم، الثقافة، أو الحس المشترك. بذلك الفلسفة يمكنها أن تساعد في إيضاح مبادئ التفكير التي يتسم بها علم التعدد والتي تميزه عن سابقه. والعكس صحيح، نظرية التعدد يمكنها أن تساعد الفلسفة على حل بعض مشكلاتها الدائمة، مثل مصدر العقل، التنظيم أو الأخلاق. تقليديا، الفلسفة تقسم إلى الميتافيزيقا والأنطولوجيا، التي تختبر الفئات الأساسية للحقيقة، والإبيستيمولوجيا، الذي يبحث كيف يمكننا أن نعرف ونعقل الواقع، والجماليات والأخلاق.

الجماليات والأخلاق ترتبط بسؤال القيمة والمعنى، والذي عادة ما يعتبر خارج مجال العلم. المقالة الحالية، إذن، سوف تبدأ بالتركيز على الموضوعات التي تعتبر تقليديا ضمن مجال فلسفة العلم، أي الأنطولوجيا والإبيستيمولوجيا القائمة خلف المقاربات العلمية المترتبة عليها. سوف نقوم بتقديم هذه من خلال ترتيب تاريخي تقريبي، بحيث نبدأ بالمقاربات الأكثر "كلاسيكية"، العلم النيوتوني، ثم نتحرك خلال الانتقادات المتتالية لهذه المقاربة في علم المنظومات والسيبرناتيقا، إلى التركيب الناشئ وهو علم التعدد. وعندئذ سوف نبين بشكل موجز الأثر القوي لهذه الأفكار على علم الاجتماع وخصوصا فلسفة مابعد الحداثة، وبهذا نعود مرة أخرى إلى الأخلاق والموضوعات الأخرى التي تجاهلها العلم (الجامد).

### العلم النيوتوني

حتى بدايات القرن العشرين، كان ينظر إلى الميكانيكا الكلاسيكية، كما وضعت بواسطة نيوتن وطورت بواسطة لابلاس وآخرين، كأساس للعلم ككل. وكان المتوقع هو أن الظواهر التي يتم اكتشافها بواسطة العلوم الأخرى سوف يتم إن عاجلا أو آجلا ردها إلى قوانين الميكانيكا. وعلى الرغم من أن ذلك لم يحدث أبدا، تبنت علوم أخرى، مثل البيولوجيا، السيكلوجيا أو الاقتصاد، منهجية ونظرة إلى العالم "ميكانيكية" أو "نيوتونية". هذا التأثير كان كبيرا إلى درجة أن أكثر الناس الذين لديهم معرفة أساسية بالعلم لا يزالون يساوون بشكل ضمني بين "التفكير العلمي" وبين "التفكير النيوتوني". سبب هذا التأثير المتغلغل هو أن النموذج الميكانيكي يفرض نفسه بسبب بساطته وترابطه وكماله الظاهري. وأكثر من ذلك، هو لم يكن فقط ناجحا في تطبيقاته العلمية، ولكن بقدر كبير أيضا في الاتفاق مع البديهية والحس المشترك. النظريات المتأخرة للميكانيكا، مثل النظرية النسبية وميكانيكا الكم، في حين أنها على الأقل ناجحة في عالم التطبيق، افتقدت البساطة والجاذبية البديهية، ولا زالت مشوبة بالمفارقات، والارتباكات وتعدد التفسيرات. المنطق خلف العلم النيوتوني هو سهل الصياغة، على الرغم من أن نتائجه غامضة. مبداه الأشهر، والذي تمت صياغته بواسطة الفيلسوف - العالم ديكارت قبل نيوتن بوقت غير قليل هو الخاص بالتحليل (analysis) أو الردية (reductionism) : لفهم أي ظاهرة معقدة تحتاج إلى أن تقسمها إلى أجزاء، أي أن ترددها إلى مكوناتها الجزئية. إذا كانت هذه لا تزال معقدة، تحتاج إلى أن تأخذ تحليلك خطوة أخرى إضافية، وأن تنظر إلى مكوناتها.

إذا استكملت عملية التقسيم هذه لمدة كافية سوف تصل في النهاية إلى أصغر أجزاء ممكنة، "الذرات" (في معناها الأصلي "ما لا يقبل التقسيم)، أو ما نسميه الآن "الجزئيات الأولية". الجزئيات يمكن رؤيتها كأجزاء منفصلة عن نفس الجوهر الجامد الدائم الوجود والذي يسمى المادة. على ذلك الأنطولوجيا النيوتونية هي مادية (materialistic): هي تفترض أن كل الظواهر، سواء كانت فيزيائية، بيولوجية، عقلية أو اجتماعية هي في النهاية مكونة من المادة. السمة الوحيدة التي تميز بشكل أساسي بين الجسيمات هي موقعها في المكان (والذي يمكن أن يتضمن أبعاد زيادة على الثلاثة التي نتواضع عليها). والظاهر هو أن الجواهر المختلفة، الأنظمة أو الظواهر لا تعدو أن تكون ترتيبات مختلفة للأجزاء الأساسية المتساوية للمادة في المكان. أي تغيير، نمو أو تطور هو، على ذلك، ليس سوى إعادة ترتيب هندسية ناتجة عن حركة المكونات. هذه الحركة محكومة بواسطة القوانين الحتمية للسبب والنتيجة. إذا عرفت المواقع الابتدائية والسرعات الخاصة بالجسيمات التي تشكل منظومة معينة مع القوى التي تؤثر على هذه الجسيمات (والتي هي نفسها محددة بواسطة مواقعها ذاتها والجسيمات الأخرى)، عندئذ يمكنك من حيث المبدأ أن تتنبأ بالحالة المستقبلية التي سوف تتطور إليها هذه المنظومة بدقة تامة وبتأكد تام. المسار الذي يمر به النظام هو ليس فقط محدد بالنسبة للمستقبل، ولكن أيضا بالنسبة للماضي : باعتبار أن حالته الحالية معطاة، يمكن من حيث المبدأ أن تعكس التطور لتعيد بناء الحالة السابقة التي مرت بها المنظومة.

عناصر الأنطولوجيا النيوتونية هي المادة، المكان المطلق والزمن الذي تتحرك فيه المادة، والقوى أو قوانين الطبيعة التي تحكم هذه الحركة. ليس هناك أي فئات أساسية أخرى للوجود، مثل العقل، الحياة، التنظيم أو الغرض، معترف بها. هي في أفضل الحالات ينظر إليها كحالات ظاهرية مصاحبة (epiphenomena)، كأنواع محددة من الترتيبات للجسيمات في المكان والزمان.

الإبيستيمولوجيا النيوتونية تقوم على منظور الارتباط - الانعكاس (reflection-correspondence) للمعرفة (توريتشين، ١٩٩٠): معرفتنا هي مجرد انعكاس (غير كامل) لترتيبات جسيمات المادة في الخارج بالنسبة لنا. عمل العلم هو إنشاء الصورة الارتباطية بين الخارج، الأشياء المادية والداخل، عناصر المعرفة (التصورات والرموز) والتي تمثلها بأفضل دقة

ممكنة. وهذا يمكن إنجازها بواسطة الملاحظة البسيطة، حيث يمكن جمع المعلومات عن الظواهر الخارجية وتسجيلها، ثم استكمال الصورة الخارجية التي تفتقد الشكل. وفي النهاية، هذا يجب أن يقود إلى الكمال، التمثيل الموضوعي للعالم خارجنا، والذي سوف يسمح لنا بالتنبؤ الدقيق بكل الظواهر.

كل هذه الفرضيات المختلفة يمكن إيجازها بواسطة مبدأ "حفظ التمييز" (distinction conservation) (هايليغين، ١٩٩٠): العلم الكلاسيكي يبدأ بواسطة عمل تمييزات، بأفضل دقة ممكنة، بين المكونات المختلفة، لصفات وحالات المنظومة التي تحت الملاحظة. هذه التمييزات يفترض أن تكون موضوعية ومطلقة. أي أنها تكون متطابقة بالنسبة لكل الملاحظين. تطور المنظومة يحفظ كل هذه التمييزات، حيث الحالات الابتدائية المحددة يتم بالضرورة رفعها إلى الحالات التالية، والعكس بالعكس (وهذا يكافئ مبدأ السببية (هايليغين، ١٩٩٠)). وعلى وجه الخصوص، الكيانات المعينة (الجسيمات) تبقى معينة: ليس هناك مجال للجسيمات لأن تندمج، تنقسم، تظهر أو تختفي. بمعنى آخر، في النظرة إلى العالم الخاصة بالميكانيكا النيوتونية ليس هناك مكان للجددة أو الإبداع (بريجوجين وستينجرس، ١٩٨٤): كل شيء يوجد الآن كان موجوداً منذ بداية الزمان وسوف يستمر موجوداً، وإن كان بتشكيل مختلف نوعاً ما. المعرفة ليست أكثر من إعادة رسم هذا التمييز-الحفظ من موجود إلى آخر: الاكتشافات العلمية ليست عملية إبداعية، هي مجرد علمية كشف التمييزات والتي كانت في انتظار أن تلاحظ.

في جوهر الأمر، فلسفة العلم النيوتوني هي واحدة تعبر عن البساطة: تعدد العالم هو شيء ظاهري فقط؛ للتعامل معه تحتاج إلى أن تحلل الظواهر إلى مكوناتها الأبسط. وبمجرد أن فعلت ذلك، يصبح تطورها منتظماً بشكل كامل، قابل للانعكاس وللتنبؤ، في حين أن المعرفة التي اكتسبتها سوف تكون مجرد انعكاس للنظام الموجود مسبقاً.

### العقلانية والحدثة

حتى الآن، المنطق النيوتوني هو منطق متسق مع ذاته بشكل تام – على الرغم من منظوره التبسيطي. ولكننا إذا أردنا، إضافة إلى ذلك، أن نضمن الفاعلية الإنسانية فيه، نصل إلى تناقض أساسي بين فكرتنا البديهية عن حرية الإرادة ومبدأ الحتمية. الطريقة الوحيدة التي يمكن فيها للمنطق النيوتوني أن يضع في الاعتبار فكرة أن الناس يمكنها أن تمارس الفعل الغرضي هي من خلال افتراض مقولة مستقلة هي "العقل". هذا التصور حداً بديكارت لأن يفترض الفلسفة الثنائية، والتي تفترض أنه في حين أن الموضوعات المادية تتبع القوانين الميكانيكية، فإن العقل لا يتبعها. وعلى أية حال، في حين أننا يمكننا بسهولة تصور العقل كمستقبل سلبي يسجل الملاحظات الخارجية من أجل إقامة معرفة أكمل، لا يمكننا أن نفسر كيف يمكن للعقل أن يمارس الفعل على هذه الأنظمة من المعلومات بشكل حر بدون أن يتناقض مع القوانين الطبيعية الحتمية. وهذا يفسر لماذا تتجاهل قوانين العلم الكلاسيكية كل قضايا الأخلاق أو القيمة: ببساطة ليس هناك مكان للفعل الهادف في نظرة العالم النيوتونية.

في أفضل الأحوال، علم الاقتصاد قد تمكن من تجنب المشكلة بواسطة افتراض مبدأ الاختيار العقلاني، والذي يفترض أن الفاعل سوف يختار دائماً البديل الذي يعظم فائدته. الفائدة يفترض أن تكون مقياس موضوعي لدرجة القيمة، "السعادة"، أو "الخيرية" التي تجلبها حالة معينة من الأحداث. بافتراض حصولنا على معلومات كاملة عن الفائدة الناتجة عن البدائل

المحتملة، أفعال العقل تصبح حتمية أو قابلة للتنبؤ بها مثلها مثل حركة المادة. وهذا سمح لعلماء الاجتماع لأن يصفوا الفاعلية الإنسانية بواسطة معظم المبادئ النيوتونية مع الاحتفاظ بها مترابطة. وأكثر من ذلك، قادم هذا إلى فكرة التقدم الخطي: التزايد المستمر في الفائدة التي يجنيها العالم (تري في الأغلب بشكل كمي، الرفاهية المادية) أصبح ممكنا بواسطة التزايد في المعرفة العلمية. وعلى الرغم من أن مثل هذا التغير الموجه نحو الخير الأكبر يتناقض مع الفرضية النيوتونية الخاصة بإمكانية انعكاس القوانين، هي تحتفظ بالفرضيات الأساسية وهي الحتمية، المادية، والمعرفة الموضوعية، وبهذا تحدد ما يسمى عادة مشروع الحداثة.

وبمجرد أن وصلت الميكانيكا الكلاسيكية إلى حدودها القصوى تم تحدي فرضيات الحتمية والمعرفة الموضوعية المستقلة عن الملاحظ بواسطة النظريات التي تلتها في الفيزياء: ميكانيكا الكم، النظرية النسبية، والديناميكا اللاخطية (نظرية الكاوس "الفوضى المنظمة"). وهذا أنتج أكثر من نصف قرن من الجدل الفلسفي، نتج عنه في النهاية أن معرفتنا العلمية بالعالم، بشكل جوهرى، ليست مؤكدة (بريجوجين وشتينجرس، ١٩٩٧). وفي حين أن فكرة عدم التأكد أو عدم التحديد تمثل سمة أساسية للنظرة إلى العالم الصاعدة والتي تتمحور حول التعدد (جريشنسون وهايليغين، ٢٠٠٥؛ سيلبيرز، ١٩٩٨)، هي ذاتها ليست معقدة، والنظريات الفيزيائية التي قدمتها لا تزال في الجوهر ردية. وسوف نترك الآن هذه السمة جانبا ونركز على التعدد نفسه.

## علم المنظومات

### الكلية والانبثاق

أول التحديات للردية وإنكارها للتغير الخلاق ظهرت في بدايات القرن العشرين في أعمال فلاسفة عمليات التغير (process philosophers)، مثل برجسون، تايلهارد، وايتهد وبشكل أخص سميتس (Smuts (1926)، الذي صاغ الكلمة "كلية" (holism)، والذي عرفها بميل الكل لأن يكون أكبر من أجزائه. هذا يطرح السؤال عما هو بالضبط الذي يملكه الكل زيادة عن الجزء. في الاصطلاح الحالي، سوف نقول أن "الكل" يمتلك خواص "منبثقة"، أي خواص لا يمكن ردها إلى خواص الأجزاء. على سبيل المثال، ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) صالح للأكل، يكون بلورات وله طعم ملحي. هذه الخواص مختلفة تماما عن خواص مكوناته الكيميائية، الصوديوم، والذي هو معدن طري عنيف التفاعل، والكلور، والذي هو غاز سام. بالمثل، القطعة الموسيقية لها خاصيات الإيقاع، اللحن والتوافق، والتي تكون غائبة عن النغمات الفردية التي تكون القطعة. السيارة لها خاصية القدرة على التحرك بشكل ذاتي، ولكن مكوناتها الفردية، مثل الموتور، عجلة القيادة، عجلات الكوتشوك، أو جسم السيارة تفتقد لهذه الخاصية. على الجانب الآخر، السيارة لها وزن، والذي هو مجرد مجموع أوزان مكوناتها. إذن، عند فحص قائمة خواص السيارة التي تفكر في شرائها، يجب أن تلاحظ "سرعتها القصوى" كخاصية "منبثقة"، في حين أن "الوزن" ليس كذلك.

في الحقيقة، مع التدقيق بشكل أكبر عمليا كل الخواص التي تهمننا في حياتنا اليومية، مثل الجمال، العمر، الحالة، الذكاء.. الخ، يظهر في النهاية أنها "منبثقة". لهذا، من الغريب أن العلم تجاهل "الانبثاق والكلية" منذ زمن طويل. أحد الأسباب هو أن المعالجة النيوتونية كانت ناجحة بالمقارنة بسابقاتها غير العلمية إلى درجة أن بدا لنا أن استراتيجيتها الردية سوف تتغلب في القريب العاجل على العوائق المتبقية. سبب آخر هو أن البديل، الكلية أو الانبثاقية، بدا أنها تفتقر الأسس العلمية الجادة، وأنها ترجع إلى التقاليد الصوفية أكثر منها إلى المناهج الرياضية أو التجريبية.

## النظرية العامة للمنظومات

هذا تغير مع تكوين نظرية المنظومات بواسطة لودفيج فون برتالانفي (١٩٧٣). البيولوجي فون برتالانفي كان شديد البراعة في النماذج الرياضية التي تستعمل لوصف الأنظمة الفيزيائية، ولكنه لاحظ أن الأنظمة الحية، على العكس من نظيرتها الميكانيكية والتي درست بواسطة العلوم النيوتونية، هي نظم "مفتوحة" بشكل أولي: يجب أن تتفاعل مع البيئة، تمتص وتطلق المادة والطاقة حتى يمكنها البقاء حية. أحد أسباب النجاح الشديد للنموذج النيوتوني في التنبؤ هو أنه تعامل فقط مع أنواع معينة من الأنظمة، مثل النظام الكوكبي والتي هي في الأساس أنظمة مغلقة. والأنظمة المفتوحة، على الجانب الآخر، تعتمد على البيئة أكثر بكثير وبشكل أكثر تعقيدا من النظام نفسه، حتى أن تأثيره لا يمكن أبدا التحكم فيه أو التنبؤ به بشكل حقيقي. فكرة النظام المفتوح "أو المنظومة" تقترح فورا عددا من التصورات الأساسية التي تساعدنا على إعطاء "الكلية" أساس أكثر تحديدا. أولا، كل منظومة لها "بيئة"، تكون مفصولة عنها بواسطة "حدود". هذه الحدود تعطي المنظومة "هويتها" الذاتية، وتفصلها عن المنظومات الأخرى. عبر هذه الحدود يتم تبادل المادة، الطاقة والمعلومات. التدفقات الداخلة تحدد "مدخلات" المنظومة، والتدفقات الخارجة تحدد "مخرجاتها". وهذا يمدنا بطريقة بسيطة لربط أو "عمل ازدواج" للأنظمة المختلفة: إذ يكفي استخدام مخرجات أحد المنظومات كمدخلات لمنظومة أخرى. مجموعة المنظومات التي ترتبط من خلال علاقات المدخلات - المخرجات المختلفة تكون "شبكة". إذا كانت هذه الشبكة تعمل بشكل مترابط بصورة كافية، سوف يمكننا أن نعتبرها منظومة مستقلة، "منظومة عليا" (supersystem)، والتي تحتوى المنظومات الابتدائية ك"منظومات دنيا" (subsystems).

من منظور المنظومة الجديدة، المنظومة الدنيا أو الجزئية يجب أن ينظر إليها ليس كعنصر مستقل، وإنما كنوع محدد من "العلاقة" تقوم بمناظرة المدخلات مع المخرجات. هذا التحويل أو الدور العمليتي يمكن أن ينظر إليه على أنه الوظيفة التي تقوم بها المنظومة الدنيا في إطار الكل الأكبر. بنيتها الداخلية أو مادتها يمكن أن تعتبر بشكل كامل غير مهمة بالنسبة للطريقة التي تحقق بها هذه الوظيفة. على سبيل المثال، نفس وظيفة معالجة المعلومات يمكن أن تتم بواسطة العصبونات في المخ، الترانزيستورات الموضوعية على لوحة، أو الأجزاء البرمجية في أنظمة التمثيل. هذا هو منظور "المنظومة في صندوق أسود" والذي لا يمكن - ولا نريد معرفة - محتواه. هذا يستتبع أنطولوجيا مختلفة تماما عن تلك النيوتونية: أحجار البناء المكونة للواقع ليست جسيمات مادية، ولكن علاقات مجردة، والتنظيم المعقد الذي يكونه معا. بهذا المعنى، انطولوجيا المنظومات تذكرنا بالفلسفة العلائقية للابيينتز، والذي شارك في جدال مشهور مع نيوتن عن الفرضيات التي تكمن خلف نظرة العالم الميكانيكية، والذي لم يتمكن أبدا من أن يطور بديله الفلسفي إلى نظرية علمية قابلة للتطبيق.

وإذا أقمنا عملية تجريد للجوهر المحدد للمكونات، نظرية المنظومات يمكنها أن تؤسس "مقابلات شكلية" (isomorphisms) بين المنظومات المختلفة الأنواع، مع ملاحظة أن شبكة العلاقات التي تحددها هي متطابقة مع مستوى معين من التجريد، حتى ولو كانت هذه المنظومات لأول وهلة تبدو منتمية لمجالات مختلفة تماما. على سبيل المثال، المجتمع من زوايا عديدة يشبه الكائنات العضوية الحية، والحاسب الآلي يشبه من زوايا عديد المخ. هذا سمح لفون برتالانفي أن يدعو إلى نظرية للمنظومات "العامة"، أي طريقة لفحص المنظومات بشكل مستقل عن المجال المحدد للمنظومة محل البحث. مثل العلم النيوتوني، علم المنظومات يجاهد نحو توحيد كل المجالات العلمية - من الفيزياء إلى البيولوجيا، السيكلوجيا وحتى السوسيولوجيا - ولكن

بواسطة فحص الأنماط المنظومية المشتركة في الظواهر المختلفة بدلا من مكوناتها المادية المشتركة.

كل منظومة تتضمن منظومة أدنى، وفي نفس الوقت تكون متضمنة في واحدة أو أكثر من المنظومات الأعلى. وهكذا، تكون المنظومة جزءا من "تراتبية" (hierarchy) تمتد إلى أعلى نحو موجودات كلية أكبر باستمرار، وإلى أدنى نحو موجودات كلية أصغر باستمرار (دي روسناي، ١٩٧٩). على سبيل المثال، الفرد الإنساني ينتمي إلى منظومة أعلى هي "المجتمع" في حين أنه له أجزاء عضوية مختلفة ودوائر سيكولوجية كمنظومات دنيا متعددة. نظرية المنظومات تفترض كلا الاتجاهين، الاتجاه النازل المعبر عن الردية أو التحليل، والاتجاه الصاعد المعبر عن الكلية أو الانبثاق، باعتبارها متساوية في الأهمية لفهم الطبيعة الحقيقية للمنظومة. هي لا تنكر فائدة المنهج التحليلي، ولكن تكمله بواسطة إضافة المنهج التركيبي، والذي يأخذ في الاعتبار المنظومة في سياق الأوسع لعلاقتها مع المنظومات الأخرى والتي تشكل معها منظومة عليا.

كذلك فكرة الخاصية المنبثقة تتلقى تعريفا أكثر صلابة من خلال أفكار "الشروط الحدية" و"العلية النازلة". المنظومات التي، من خلال ارتباطها المزدوج، تكون منظومة عليا تكون مشروطة: لا يمكنها بعدئذ أن تعمل كما لو كانت مستقلة عن المنظومات الأخرى؛ المنظومة العليا تفرض نوع من الترابط والتنسيق على مكوناتها. هذا يعني أنه ليس فقط سلوك الكل محدد بواسطة خواص الأجزاء (العلية الصاعدة)، ولكن أيضا سلوك الأجزاء بدرجة ما يتحدد بواسطة خواص الكل (العلية النازلة) (كامبل ١٩٧٤). على سبيل المثال، سلوك الشخص محكوم ليس فقط بواسطة الفسيولوجيا العصبونية للمخ، وإنما أيضا بواسطة قواعد المجتمع الذي ينتمي إليه هذا الشخص. بسبب الاعتمادية المتبادلة بواسطة المكونات، خواص هذه المكونات لا يمكنها أن تتغير بشكل مستقل: يجب أن تطيع علاقات محددة. وهذا يجعل الكثير من الخواص الفردية غير مهمة عندما تنتقل بؤرة الاهتمام إلى حالة العلاقات، والتي سوف تحدد الآن نوع جديد من الخواص "الانبثاقية". مثلا، ذرة الصوديوم التي تجد نفسها مرتبطة بذرة الكلور وتكون جزيء الملح، تفقد قدرتها على أن تتفاعل مع الذرات الأخرى، مثل الأكسجين، ولكنها تتطلب القدرة على أن تصطف في بنية بللورية مع جزيئات الملح الأخرى.

### السيبرناطيقا وذاتية المعرفة

العلاقات الوثيقة بين المنظومات الدنيا تحول الكل إلى منظومة مترابطة بهويتها الخاصة واستقلالها الذاتي (Autonomy). السيبرناطيقا، كأسلوب معالجة قريب الارتباط بنظرية المنظومات يبين كيف يمكن لهذا الاستقلال الذاتي أن يستمر من خلال الفعل الموجه لهدف محدد، والذي يعبر عنه بالذكاء (أشبي، ١٩٦٤، هايليجين وجوسلين، ٢٠٠١). المبدأ بسيط: أنواع معينة من الارتباط الدائري بين المنظومات يمكن أن تنتج ظهور لدائرة مغلقة (loop) من التغذية الراجعة السلبية (negative feedback)، والتي تلغي الانحرافات عن حالة التوازن. هذا يعني أن المنظومة سوف تعوض بشكل مستمر الاضطرابات الناتجة عن بيئتها حتى تحافظ أو تصل إلى حالتها المفضلة من الأحداث. كلما زادت التنوعات في الاضطرابات التي يجب على المنظومة أن تتواءم معها، زادت التنوعات من الأفعال التعويضية التي يجب عليها أن تقوم بها (أشبي، ١٩٦٤، قانون التنوع اللازم)، وزادت القدرة على المعرفة والذكاء الخاص بها الذي سوف تحتاجه المنظومة حتى يمكنها معرفة أي الأفعال يجب القيام بها في أي ظروف. الأبحاث في السيبرناطيقا - ومؤخرا في الشبكات العصبونية، الذكاء الاصطناعي والعلوم المعرفية - بينت كيف يمكن لمثل هذا الذكاء أن يتحقق من خلال شبكة تكيفية (adaptive) من العلاقات تحول المدخلات المحسوسة إلى قرارات بخصوص الأفعال (المخرجات). وهكذا، منظور المنظومات قضى على الانفصال الكارتيزي بين العقل والمادة: كلاهما مجرد أنواع معينة من العلاقات.

على أية حال، هذا المنظور يستتبع نظرة جديدة لنظرية المعرفة (epistemology). طبقا للسيبرناتيقا، المعرفة هي بشكل جوهرى ذاتية؛ هي مجرد أداة غير كاملة تستعمل بواسطة الفاعل الذكي لتساعده على تحقيق أهدافه الشخصية (هايليجين وجوسلين ٢٠٠١؛ ماتورانا وفاريليا، ١٩٩٢). مثل هذا الفاعل ليس فقط لا يحتاج انعكاس موضوعي للواقع، وإنما هو لا يستطيع أبدا أن يحققه. حقا، الفاعل ليس لديه مدخل إلى أي "حقيقة خارجية": ما يمكنه هو مجرد الإحساس بالمدخلات، ملاحظة مخرجاته (أفعاله) وتكوين ارتباطات بينهما ووضع قواعد أو انتظامات معينة يبدو أنها تظل قائمة في خلال بينته. الفاعلون المختلفون، الذين يستشعرون مدخلات ومخرجات مختلفة، سوف على العموم يضعون انتظامات مختلفة، وبذلك ينشئون معرفة مختلفة عن البيئة التي يعيشون فيها. ليس هناك طريقة موضوعية لتحديد أي منظور هو الصحيح وأيها خاطئ، حيث ان الفاعلين يعيشون، موضوعيا، في بيئات مختلفة - على الرغم من أنهم يمكن أن يجدوا أن بعض الانتظامات التي يستخلصونها تبدو متشابهة.

هذه النظرة العميقة أدت إلى حركة جديدة خلال علم السيبرناتيقا وتقاليد المنظومات تسمى نفسها "السيبرناتيقا على المستوى الثاني" (second-order cybernetics)، (فون فورستر، ١٩٧٩، هايليجين وجوسلين، ٢٠٠١). أطروحتها الرئيسية هي أننا كملاحظين، نكون أيضا منظومات سيبرناتيقية. وهذا يعني أن معلوماتنا هي بناءات ذاتية، وليس انعكاسات موضوعية للحقيقة. ولهذا، التأكيد يجب أن ينتقل من المنظومات الموضوعية التي تظهر حولنا إلى العمليات الاجتماعية والمعرفية والتي بواسطتها نقوم ببناء نماذجنا الذاتية لهذه المنظومات. وهذا يشكل قطعة كبرى مع نظرية المنظومات التقليدية، والتي بشكل ضمنى افترضت انه هناك بنية أو تنظيم موضوعي للمنظومات التي نفحصها (بنج، ١٩٧٩). هذا التخارج تأكد بواسطة مفاهيم الاستقلال الذاتي، الأوتوبيوزيس (ماتورانا وفاريليا، ١٩٧٩)، والتنظيم الذاتي والتي تم تقديمها لتمييز المنظومات الحية الطبيعية بالتضاد مع المنظومات المهندسة اصطناعيا. هذه تتضمن أن بنية المنظومة ليست شيئا معطى مسبقا، ولكن يتم إنشاؤها بواسطة المنظومة ذاتها، كوسيلة للحياة وللتكيف مع بيئة معقدة ومتغيرة باستمرار.

الفصل يصبح حتى أكبر عندما يصبح من الواضح أن المنظومات، وعلى الأخص المنظومات الاجتماعية، لا تملك بنية واضحة، وظيفة أو تنظيم، ولكن تتكون من مجموعة معقدة من المنظومات الأدنى التي بشكل جزئي تتنافس وتتعاون أو ببساطة متجاهلة لبعضها البعض. على سبيل المثال، بينما مفكري المنظومات في الجيل الأقدم (مثلا، بارسونز، ١٩٩١) رأى المجتمع كمنظومة شبه عضوية مستقرة، حيث تكون للمنظومات الجزئية الأدنى وظائف محددة بوضوح في مساهمة نحو الخير المشترك، الجيل الأحدث من علماء الاجتماع رأوا فوضى من القوى المتعارضة مع تكتلات مختلفة وبنيات تحتية تنبثق وتختفي مرة أخرى. في مثل هذه المنظومات، هناك علاقات كثيرة تقطع مع الطبقات التراتبية الظاهرة حتى أن المنظومة التي تكون فرعية بالنسبة لمنظومة أخرى من جانب معين، تبدو أصلية من جانب آخر، تكوين يفتقر للتحديد يوصف أحيانا "اللاتنظيم المتنافر" (heterarchy).

الوعي المتزايد لهذين الحدين للنظرة المنظومية - ذاتية المعرفة ونقص التنظيم في المنظومات المستقلة وخصوصا تلك الاجتماعية - روج لانبثاق علم جديد للمنظومات المعقدة على التوازي مع فلسفة مابعد الحداثة (سيلبيرز، ١٩٩٨).

### علم التعقد

في ثمانينيات القرن العشرين ظهرت معالجة جديدة تسمى عادة "منظومات التعقد التكيفي" (هولاند، ١٩٩٦) أو بشكل أعم، "علم التعقد" (والدروب، ١٩٩٢). على الرغم من أن مصادره هي بشكل كبير مستقلة عن علم المنظومات والسيبرناتيقا، علم التعقد يقدم الوعد بمد

وتكامل أفكاره، وبذلك ينشئ بديلا جذريا، ولكنه في نفس الوقت علميا، للنموذج النيوتوني. جذور حركة التعدد واسعة وتتضمن:

- الديناميكا غير الخطية والميكانيكا الإحصائية – علمان متشعبان عن الميكانيكا النيوتونية – والتي لاحظت أن نمذجة الأنظمة الأكثر تعقيدا تحتاج إلى أدوات رياضية جديدة تستطيع أن تتعامل مع العشوائية والفوضى؛
- علوم الحاسبات، والتي سمحت بتمثيل المنظومات ذات الأحجام الكبيرة أو التعقيد الكبير وأن يتم نمذجتها رياضيا؛
- التطور البيولوجي، والذي يفسر ظهور الأشكال المعقدة من ميكانيزمات التغيير الأعمى والانتخاب الطبيعي الذي لا يمكن جوهريا التنبؤ به؛
- تطبيق هذه المناهج لوصف المنظومات الاجتماعية بالمعنى العام، مثل أسواق رأس المال، الشبكة العالمية (الإنترنت)، أو مجتمعات الحشرات، حيث لا يوجد تنظيم محدد مسبقا، على الرغم من وجود بنيات منبثقة.

مع الوضع في الاعتبار هذه الخلفيات العلمية، أكثر الباحثون في التعدد لم يفكروا بعد في الأساس الفلسفي لمعالجاتهم – على العكس من باحثي علم المنظومات والسيبرناطيقا. على هذا، كثيرون لا يزالون بشكل ضمني متعلقين بالنموذج النيوتوني، أمليين أن يكتشفوا "قوانين للتعدد" مصاغة بشكل رياضي قد تعيد نوع من النظام المطلق أو الحتمية لنفس العالم غير المؤكد الذي يحاولون فهمه. على أية حال، نحن نؤمن بأنه بمجرد أن يتم فهم واستيعاب التصورات العميقة لعلم المنظومات وفلسفة ما بعد الحداثة بشكل كامل، سوف تظهر فلسفة للتعدد جديدة بشكل كامل، والتي يمكننا الآن أن نرسم خطوطها العريضة بشكل غامض. ما يميز علم التعدد هو تركيزه على الظواهر التي لا تتميز لا بالنظام – مثل هذه التي درست بواسطة الميكانيكا النيوتونية وعلم المنظومات، ولا بعدم النظام – مثل هذه التي فحصت بواسطة الميكانيكا الإحصائية وعلم الاجتماع ما بعد الحداثي، ولكن هذه التي تقع في مكان ما بينهما، في المنطقة التي تسمى عادة (على الرغم من أنه ربما اسم مضلل) "حدود الفوضى" (edge of chaos) (لانجتون، ١٩٩٠). المنظومات المرتبة، مثل البلور، تتسم بحقيقة أن مكوناتها تطيع قواعد ثابتة أو شروط مسبقة تصف كيف يعتمد كل مكون على المكونات الأخرى. الأنظمة غير المرتبة، مثل الغاز، تتكون من مكونات مستقلة، تعمل بدون أي شروط. الترتيب بسيط بالنسبة للنموذج، حيث أننا يمكننا أن نتنبأ بكل شيء بمجرد معرفتنا بالحالة الابتدائية وحدود النظام. اللاترتب، هو أيضا بسيط بمعنى ما: ففي حين أننا لا يمكننا أن نتنبأ بسلوك المكونات الفردية للنظام، الاستقلال الإحصائي يعني أننا يمكننا في الواقع أن نتنبأ بالسلوك المتوسط، الذي هو بالنسبة للأعداد الكبيرة من المكونات مساو علميا للسلوك العام للنظام. في منظومة معقدة حقيقية، على الجانب الآخر، المكونات هي لدرجة معينة مستقلة، ولذلك لها استقلال ذاتي في سلوكها، في أثناء دخولها في تفاعلات مباشرة وغير مباشرة. وهذا يجعل التنبؤ بالسلوك الكلي للمنظومة في غاية الصعوبة، على الرغم من أنه ليس عشوائي.

### المنظومات متعددة الفاعلين

هذا يصل بنا إلى أهم أداة تصويرية تم تقديمها بواسطة علم التعدد: "المنظومة التكيفية المعقدة" (complex adaptive systems)، كما تم تعريفها بواسطة هولاند (١٩٩٦)، والتي تعرف أكثر حاليا باسم "المنظومة متعددة الفاعلين". فالمكونات الأساسية لأي منظومة تكيفية معقدة تسمى الفاعلين، ويتم تصورها، نموذجا، كمنظومات "صندوق مغلق"، بمعنى أننا نعلم القواعد التي تحكم سلوكها الفردي، ولكننا لا نهتم ببنياتها الداخلية. القواعد التي تتبعها يمكن أن تكون بسيطة جدا أو معقدة نسبيا؛ يمكن أن تكون حتمية أو احتمالية. بديهيًا، الفاعلين يمكن تصورهم

كأفراد مستقلة ذاتيا والتي تحاول أن تنجز هدف أو قيمة معينة شخصية ("فائدة" أو "كفاءة") بواسطة ممارسة الفعل على بينتهم - والتي تتضمن فاعلين آخرين. ولكن الفاعل لا يحتاج إلى أن يظهر ذكاء أو أي سمة "عقلية"، حيث الفاعلين يمكن أن يمثلوا منظومات متنوعة مثل الناس، الذباب، الخلايا أو الجزيئات. بهذا الخصوص، علم التعدد استوعب الدروس من السيبرناطيقا، رافضا وضع أي حدود مسبقة بين العقل والمادة.

تعلم علم التعدد من النظرية التطورية، أن الفاعلين هم نموذجا متجاهلون لبيئتهم الأوسع أو بالنسبة للآثار طويلة المدى لأفعالهم: هم يصلون إلى أهدافهم أساسا بواسطة المحاولة والخطأ، والذي هو مكافئ للتغير الأعمى والذي يتبع بالانتخاب الطبيعي للفاعلين، الأفعال، أو قواعد الأفعال التي تحقق لهم الكفاءة بشكل أفضل. طريقة أخرى لوصف قصر النظر هذا بواسطة ملاحظة أن الفاعلين هم بشكل جوهري متمركزين حول الذات، أو ذاتيون: هم يهتمون فقط بأهدافهم أو كفاءتهم، من البداية يتجاهلون الفاعلين الآخرين. وفي مرحلة متأخرة فقط يمكن أن يتعرفوا على جيرانهم بشكل جيد يكفي لتحقيق نوع من التعاون (مثلا، أكسلرود، ١٩٨٤). ولكن حتى في حالة كون الفاعلون أذكيا وعلى علم يكفي لاختيار أفعال ظاهر أنها عقلانية ومتعاونة، هم - مثلنا - غير متأكدون بشكل جوهري من التأثيرات البعيدة لأفعالهم.

هذا المجال المحدود للتوقع العقلاني ينعكس على المستوى الأعمق بواسطة مبدأ "المحلية" (locality): الفاعلون يتفاعلون فقط مع (ولهذا تتاح لهم فرصة أن يعرفوا) عدد محدود من الفاعلين الآخري في منطقة جوارهم المحلية. ولكن، على المدى الطويل هذه الأفعال المحلية نموذجيا تؤدي إلى نتائج كلية، تؤثر على المنظومة المعقدة ككل. هذه التأثيرات الكلية هي بالتعريف غير متوقعة على مستوى الفاعل الواحد، وبهذا المعنى هي "منبثقة": لم يكن من الممكن استنباطها من القواعد المحلية (الخواص) التي تحدد سلوك الفاعلين. بالنسبة لنا كملاحظين خارجيين، مثل هذه الخواص المنبثقة لا تأتي كمفاجأة: إذا كانت التفاعلات بين الفاعلين منتظمة بشكل كافي أو متجانسة، كما في حالة التفاعل بين الجزيئات في بللورة أو غاز، يمكننا أن نتنبأ بالتكوين على المستوى الكلي. ولكن في الحالات الأكثر عمومية، من المستحيل مد التنبؤ من المستوى المحلي إلى المستوى الكلي.

هذا يمكن أن يفهم أفضل من خلال الملاحظة التالية. أولا، أهداف الفاعل هي مستقلة جوهريا، ولهذا تكون عادة متعارضة: الفعل الذي يبدو أنه يقود بشكل أكثر مباشر إلى هدف "أ"، يمكن أن يعوق "ب" عن تحقيق أهدافه، ولذلك، ستنم مقاومته بواسطة "ب". هذا يظهر بشكل واضح في الاقتصاد والأنظمة البيئية، حيث تكون الأفراد والكانات العضوية بدرجة معينة متنافسة على الموارد. أكل حمار وحشي يمكن أن يكون حلا واضحا لمشكل جوع الأسد، ولكن هذا الفعل سوف تتم مقاومته بواسطة الحمار الوحشي. زيادة السعر يمكن أن يكون الطريقة الأكثر وضوحا لمنتج لكي يزيد أرباحه، ولكن هذا سوف تتم مقاومته بواسطة العملاء من خلال التحول إلى موردين آخرين. هذه التعارضات الكامنة تتضمن أنه ليس هناك "نقطة توفيق مثلى كلية" للمنظومة لتستقر عليها، أي حالة التوازن التي ترضي كل أهداف الفاعلين بشكل كامل. بدلا من ذلك الفاعلين سوف "يتحولون بشكل مشترك": سوف يتكيفون بشكل مستمر مع التغيرات التي يتم عملها بواسطة الفاعلين الآخرين، ولكن من خلال هذا يتم تعديل بيئة الآخرين، وبهذا تفرض عليهم التكيف أيضا (كاوفمان، ١٩٩٥). هذا ينتج عملية مستمرة من التكيف المشترك، والتي في البيولوجيا يتم التعبير عنها بشكل أنيق بتعبيرات مجازية مثل "سباق الأزرق" أو "مبدأ الملكة الحمراء".

ثانيا، لأن الأفعال محلية، فإن آثارها لا يمكنها أن تنتشر إلا خطوة خطوة نحو الفاعلين الأبعد، وهكذا تنتشر عبر الشبكة كلها التي تشكلت بواسطة الفاعلين وعلاقات التفاعل بينهم. نفس الفعل سوف يكون له، بصفة عامة، آثار متعددة في مناطق مختلفة في الشبكة في أوقات مختلفة.

بعض هذه السلاسل السببية سوف تكون مغلقة على ذاتها، تقوم بعمل تغذية راجعة لنفس الظروف التي بدأت منها. هذا يجعل المنظومة، جوهرية، غير خطية. وهذا يعني أنه ليس هناك تناسب بين السبب والنتيجة. من جانب، تذبذبات صغيرة يمكن أن يتم تكبيرها لتصبح كبيرة على المستوى الكلي للمنظومة بواسطة التغذية الراجعة الإيجابية أو "الحفز الذاتي" (autocatalysis). مثل هذا الاعتماد الإيجابي على الشروط الابتدائية، والذي يرجع إليه عادة باسم تأثير الفراشة (butterfly effect)، هو واحد من علامات الكاوس (الفوضى المنظمة) (chaos) الحتمية، أي التغيرات الكلية في المنظومة التي لا يمكن التنبؤ بها والتي تنتج عن عمليات محلية حتمية. ولكن المنظومات المعقدة لا تحتاج إلى أن تكون حتمية لتتصرف بشكل كاوسي. وعلى الجانب الآخر، التغذية الراجعة يمكن أيضا أن تكون سلبية، حتى أن تذبذبات ضخمة يمكن أن تخمد، وربما تنتج استقرارا على المستوى الكلي للمنظومة.

### التحول الخلاق

اتحاد هذه التأثيرات المختلفة يؤدي إلى تحول كلي على مستوى المنظومة هو ليس فقط غير قابل للتنبؤ، وإنما بشكل حقيقي خلاق، ينتج تنظيم منبثق وحلول مبتكرة للمشكلات الكلية والمحلية. عندما نركز على الأنظمة المعقدة نفسها، يمكننا أن نسمي هذه العملية "التنظيم الذاتي" (self-organization): المنظومة بشكل متزامن تعيد تنظيم مكوناتها وتفاعلاتها في بنية كلية متسائدة تحاول أن تعظم كفاءتها الكلية، بدون الحاجة إلى مصمم خارجي أو داخلي لهذا التنظيم الجديد أو إلى متحكم في عملية إعادة التنظيم (هايليجين، ٢٠٠٢؛ كاوفمان، ١٩٩٥). عندما نركز على العلاقة بين المنظومة وبين البيئة، يمكن أن نسمي هذه العملية "التكيف" (هولاند، ١٩٩٦): أيا كانت الضغوط الموضوعية بواسطة البيئة، المنظومة سوف تعدل بنيتها حتى تتسق معها. بالطبع، ليس هناك ضمان للنجاح: مع الوضع في الاعتبار الحساسية الداخلية وعدم القدرة على التنبؤ التي تتسم بها المنظومة، الفشل والكوارث يمكن أن (ويحدث أن) تقع، غالبا عندما لا نتوقعها. ولكن على المدى الطويل، التنظيم الذاتي المستمر والتكيف يظهر أنه القاعدة وليس الاستثناء.

على هذا، نموذج التعدد يجب على سؤال فلسفي أساسي كان متروكا مفتوحا بواسطة المعالجات العلمية السابقة: ما هو مصدر الترتيب، التنظيم والذكاء الظاهر الذي نراه حولنا (هايليجين، ٢٠٠٠)؟ العلم النيوتوني والمنظومي راوغا هذا السؤال بواسطة افتراض أن الترتيب موجود مسبقا. في السابق، الفلسفات قبل العلمية جابهت السؤال بواسطة افتراض خالق فوق طبيعي. نظرية داروين في التطور من خلال الانتخاب الطبيعي أمدتنا بإجابة جزئية، ولكنها بقيت محدودة بالمنظومات البيولوجية، ولهذا اعتبرت غير مرضية بواسطة الكثيرين. التطور المشترك بواسطة الكثير من الفاعلين المتفاعلين، على الجانب الآخر، يبدو قادرا على تفسير انبثاق التنظيم في أي مجال أو سياق: فيزيائي، كيميائي، بيولوجي، سيكولوجي أو اجتماعي.

في حين أنه من الصعب تخيل التداخيات اللامحدودة لمثل هذه العملية بدون الاعتماد على التمثيل الحاسوبي المعقد أو النماذج الرياضية، القاعدة الأساسية بسيطة: كل فاعل من خلال المحاولة والخطأ يحاول أن ينجز موقفا يعظم كفاءته خلال البيئة. ولكن، لأن الفاعل لا يمكنه توقع كل النتائج، الأفعال سوف تتصادم، عموما، مع أفعال فاعلين آخرين، وهكذا يصل إلى نتيجة أقل من المثلي. وهذا يضغط على الفاعل لي تجرب أشكال أخرى من الأفعال، حتى يجد واحدة تقلل من الاحتكاك مع أفعال الفاعلين المجاورين، وزيادة طاقته الداخلية (synergy). وهذا يخلق جماعة صغير مستقرة نسبيا من الفاعلين المتكيفين المتشاركين في خلال الجماعة الأكبر. الفاعلين

المجاورين أيضا سوف يحاولون التكيف مع نظام الفعل خلال الجماعة حتى تكبر الجماعة. كلما كبرت الجماعة، كلما كان نفوذها أو "ضغطها الانتخابي" على الفاعلين الباقين أكبر، حتى يتم فجأة استيعاب الجماعة كلها في النظام الجديد. عندما تقابل المنظومة مشكلة (نقص في الكفاءة)، سواء بسبب توترات داخلية أو بسبب اضطرابات من الخارج، سوف تنطلق عملية تكيف جديدة في المكان الذي ظهرت فيه المشكلة، وتنتشر في المكان بقدر ما هو مطلوب لامتناس كل الآثار السلبية.

في مثل هذا التجمع المنظم، الفاعلون الفرديون أو فاعلوا التجمعات سوف يتخصصون، نموذجيا، في نشاطات معينة (مثلا، معالجة نوع معين من الموارد) والتي سوف تكمل النشاطات الخاصة بالفاعلين الآخرين. بهذا، الفاعلون أو مجتمعات الفاعلين يمكن النظر إليهم على أنهم يقومون بتحقيق وظيفة أو دور معين خلال المنظومة الكلية، ويعملون كمنظومة جزئية وظيفية. على هذا، المنظومات المعقدة التكيفية يمكن أن تعتبر مماثلة للمنظومة العليا التي تدرسها نظرية المنظومات. مثل هذه المنظومة العليا يمكن النظر إليها كفاعل على مستوى أعلى، والتفاعل بين العديد من مثل هذه المنظومات العليا يمكن بصورة رجعية أن ينتج منظومات على مستوى أكثر علوا بشكل مستمر (هايليغين، ٢٠٠٢).

على أية حال، تنظيم مثل هذه المنظومة المعقدة ليس جامدا وإنما مرنا، ونفس الفاعل يمكنه في وقت ما أن يشارك في وظيفة واحدة، ثم فيما بعد في أخرى. في بعض الحالات، مثل الكائنات العضوية متعددة الخلايا، يظهر الاختلاف الوظيفي مستقرا بشكل واضح. وفي حالات أخرى، مثل مجتمعاتنا الحالية، أو كما في المخ، يغير الفاعلون أدوارهم بشكل منظم. ولكن الاختلاف بين الحالتين هو فقط اختلاف في الدرجة، كمنظومة معقدة خلقت من خلال التنظيم الذاتي والتطور هي في الجوهر تكيفية، حيث لا يمكنها أن تعتمد على خطة ثابتة أو طبعة سلبية مسبقة تخبرها كيف يجب عليها أن تتصرف. وهذا يجعل تنظيم التطور بشكل طبيعي، مثل المخ، أكثر إصرارا بكثير من منظومة تم تصميمها بشكل واعي، مثل الكمبيوتر. عدم التأكد الملازم لطبيعتها، والذي يظهر كعلامة ضعف، يظهر في الحقيقة ليمثل نقطة قوة، حيث أنه يجبر المنظومة على أن تحتفظ باحتياطات كافية أو زيادة عن الحاجة وأن تحاول بشكل مستمر تجريب أشياء جديدة حتى تكون جاهزة لأي أحداث مفاجئة.

### التعدد وفلسفة "ما بعد الحداثة"

على الرغم من أن الأفكار الناتجة عن نظرية التعدد كان لها أثر قوى على العديد من التخصصات خارج العلوم "الصلبة" التي نشأت منها، على وجه الخصوص في علم الاجتماع (مثلا، أوري، ٢٠٠٣، بايرن، ١٩٩٨)، وعلوم التنظيم (مثلا، ستاسي وآخرون، ٢٠٠٠، ستاسي، ٢٠٠١، ريتشاردسون، ٢٠٠٥)، إلا أن الأثر القوي على التيار الرئيسي في الفلسفة لم بالقدر الذي نتوقعه. وهذا مدهش بالوضع في الاعتبار أن مجالات أخرى لها علاقة بنظرية التعدد مثل العلوم المعرفية والنظرية التطورية قد أثارت الكثير من النقاشات والأبحاث الفلسفية.

أحد الأسباب يمكن أن يكون أن التقليد الأنجلو-ساكسوني الخاص بالفلسفة التحليلية الذي يركز على تحليل المشكلات إلى مكوناتها المنطقية هو معاد لمفاهيم "الكلية"، عدم التأكد والذاتية التي يستتبعها التعدد. في العالم الأكاديمي المتحدث بالإنجليزية لا نعرف سوى فيلسوفين اثنين أسسوا الانطولوجيا الخاصة بهم على فكرة "كلية" عن المنظومة: بانج (١٩٧٩)، والذي هو فيما عدا ذلك يبقى مؤمنا بالموضوعية، والمعرفة المنطقية، وباهم (١٩٨٧)، الذي يستكمل التقليد الأكثر صوفية الخاص بالفلسفة العملية (process philosophy). الفلاسفة القليلين من أمثال مورين (١٩٩٢)، لوهمان (١٩٩٥) وستينجرز (بريجوجين وستينجرز، ١٩٨٤؛ ١٩٩٧)، والذين

طرحوا التعدد بشكل مباشر، بما يتضمن عدم التأكد والذاتية اللتين تستتبعهما، كلهم يبدو أنهم قادمون من التقليد الخاص بالقارة الأوروبية.

سبب آخر يمكن أن يكون أن الكثير من نظرية التعدد قد نتج عن تطورات الرياضيات ونظرية الكمبيوتر. وهذا ليس المجال الطبيعي بالنسبة لأكثر الفلاسفة. التعدد، على ذلك، تمت مناقشاته في أكثر الأحوال في فلسفة العلم، الرياضيات، والمعلوماتية، ولكن ليس في الحقيقة في فلسفة الثقافة والفلسفة الاجتماعية. وذلك حتى أن المناقشات إما استبعدت الكثير من الأعمال في التعدد التي كانت مكتملة علميا (مثال، ريشير، ١٩٩٨)، أو استخدمت بعض الأفكار المعتمدة أساسا على نظرية الكاوس، والتي ننظر إليها باعتبارها علما جزئيا بالنسبة لدراسات التعدد عموما (مثال، تايلور، ٢٠٠٣). بعض الأبحاث ذات العمق والمحفزة فكريا، تركز لدرجة كبيرة على عمل لوهمان يمكن أن نجدها في "ملاحظة التعدد"، تحرير راش وولف (٢٠٠٠). الورقة المقدمة بواسطة راش نفسه عنوانها "المنظومات الظاهرة، إغراءات متعالية وحدود الأخلاق) مثيرة للاهتمام بشكل خاص.

سبب إضافي، يمكن أن تكون الفلسفة بشكل ما قد ارتبطت مع موضوعات معقدة، على الرغم من أنها لم تتم معالجتها بواسطة اللغة المستخدمة من منظري التعدد المعاصرين. إذا كان ذلك صحيحا، فإن لغة التعدد يمكن أن تخصب عدد من النقاشات الفلسفية، والعكس صحيح، يمكن لأفكار من فلسفة اللغة، الثقافة والمجتمع أن تغني المناقشات حول التعدد عموما. وذلك لدرجة أن مثل هذا التفاعل واقع فعلا في جزء من الفلسفة يميز عادة باسم "مابعد الحداثة". (لاحظ أن هذا المصطلح يجب أن يستعمل مع الحذر. يمكنه أن يعود إلى مواقف فلسفية واسعة المدى، في بعض الأحيان للحظ من القدر، وفي أحيان أخرى كمجرد تعبير ظرفي. وهو لن يستخدم هنا للإشارة إلى المواقف النسبية أو غير الواضحة، ولكن إلى عدد من المواقف الفلسفية الثابتة والتي تتخذ موقف نقدي من الأشكال التأسيسية للحداثة).

الحساسية العامة من التعدد في الفلسفة يمكن تتبع أثارها بشكل مثير بواسطة النظر إلى المواقف التي تتضمن منظور منظومي. نقطة انطلاق جيدة سوف تكون هيغل. العملية الجدلية حيث المعرفة، والعلاقات بين المعرفة والعالم، تتطور، تفعل، بالنسبة لهيغل، بشكل منظومي. تركيب جديد يتضمن الاختلافات بين القضية والقضية المناقضية لها، ولكنه يضع قضية جديدة لكي يتم مواجهتها. لذلك، منظومة هيغل هي كيان تاريخي، شيء ذو طبيعة إجرائية. المشكلة هي أنه، بالنسبة لهيغل، هذه هي عملية تقارب، تصل في النهاية إلى ما يسميه كورنل (١٩٩٢) "المنظومة الكلية". فموقفه، إذن، يبقى بالكامل في إطار النموذج الحدائي.

عدد من المواقف الفلسفية استمدت تصورات عميقة من هيغل، ولكنها تقاوم فكرة التقارب. مثال جيد فكرة أدورنو الخاصة بالجدل السلبي حيث تقود العملية الجدلية نحو عملية تباعد (انظر، هيلد، ١٩٨٠). أمثلة أكثر نفوذا، على الأقل من زاوية النقاش حول التعدد، نظرية المنظومات الخاصة بفرويد (١٩٥٠). في عمله المبكر "مشروع لعلم نفس علمي"، فرويد يطور نموذج للمخ قائم على نظام للاختلافات يكافئ بنيويا نموذج سوسير للغة. في هذا الفهم، العلامات في منظومة ما لا تملك معان في ذاتها، ولكن من خلال العلاقات بينها وبين كل العلامات الأخرى في المنظومة. أعمال فرويد وسوسير خاصة بالشكل الذي تحولت إليه وتأكدت به بواسطة مفكرين مثل ديريدا ولاكان كان مركزيا للكثير من فلسفة "ابعد الحداثة"، كما في مناقشة سيلبيرز (٣٧:١٩٩٨-٤٧).

الحداثة يمكن أن تتميز، كما بألفاظ ليوتارد (xxiv: ١٩٩٨)، كبحث عن "سردية" (meta-narrative) واحدة متسقة مع ذاتها، أي لإيجاد لغة العالم، الطريقة الوحيدة التي بواسطتها يمكن وصفه بشكل صحيح وكامل. وهذا لا يمكن أن يكون إلا استراتيجية ردية. شيء يرجع التعدد والتنوع الموجود في العالم إلى عدد محدود من المميزات الأساسية. إذا كانت الحجة المركزية

للفكر مابعد الحدائي هي رفض هذا الحلم الخاص بالحدائفة، فيمكن أن نميز مابعد الحدائفة، عموماً، كطريقة في التفكير حساسة للتعدد الموجود في العالم. على الرغم من أنه لم يفد من نظرية التعدد نفسها، ديريدا يعبر عن الحساسية تجاه هذه الحجة. "إذا كانت الأشياء بسيطة، لكان العالم مخادعاً"، كما قال في حديث مشهور إلى "ليميتد إنك" (ديريدا، ١١٩: ١٩٨٨). تمييز ليوتارد (١٩٨٨) للأشكال المتعددة للمعرفة، وإصراره على ما يسميه "بارالوجي" (Paralogy)، كمعارضة للمنطق التقليدي، هو بالمثل اعتراف بتعدد العالم مابعد الحدائي (انظر، سيلبيرز، ١٩٩٨، ص ١١٢-١٤٠، للمناقشة التفصيلية لموقف ليوتارد من داخل منظور التعدد). وأيضاً نجد أن الحساسية الداخلية تجاه التعدد هي أيضاً مركزية في عمل دولوز وجوتاري (١٩٨٧؛ جوتاري، ١٩٩٥). الكثير من تصوراتهم العميقة التي تنتمي إلى ما بعد فرويد، وخصوصاً فكرة الـ"ريزوم" (rhizome)، تنكر الاستراتيجيات الرديئة. عملهم تم تفسيره أيضاً من منظور تعدي بشكل خاص (ديلاندا، ٢٠٠٥؛ أنسيل-بيرسون، ١٩٩٩).

كما أنه للآن، تطبيقات نظرية التعدد على العلوم الاجتماعية لم تكن منتجة. يمكن أن يكون لهذا عدد من الأسباب، ولكن يمكن الجدال بأن العديد من منظري علم الاجتماع قد تعرفوا على التعدد من خلال أعمال علماء التعدد "الجامد"، ربما في الأغلب من خلال ما يمكن أن نسميه مدرسة سانتافي (والدروب، ١٩٩٢). وحيث أن هذا العمل متأثر بقوة بنظرية الكاوس، فهو يحتوى على عناصر رديئة قوية، وبهذا المعنى لا يزال إلى درجة كبيرة "حدائي" الطعم. المعالجة التي تنتمي إلى مابعد الحدائفة، وخصوصاً تلك التي تعتمد على التطورات الأخيرة، بشكل عام، في نظرية التعدد، يمكن أن تكون مفيدة جداً في إغناء الحوار حول التعدد الاجتماعي والثقافي. هناك بلا شك، عدد من المواقف مابعد الحدائفة والتي تعتبر شديدة السطحية حتى تؤخذ بجديّة، ولكن الرفض التام لكل ما هو مسمى "مابعد الحدائفة" – بغض النظر عما إذا كان هذا العنوان مستخدماً بشكل صحيح أم لا – لا بد من تجاوزه من أجل أن نحافظ على هذا الحوار مستمراً. المكان لا يسمح بمناقشة تفصيلية للأطروحات المختلفة التي يمكن أن تشكل جزءاً من هذا الحوار، ولكن قليل منها يمكن أن يذكر في إيجاز.

### بنية المنظومات المعقدة

التأكيد على الأفكار الواردة من نظرية الكاوس أثرت بشكل سلبي على فهم بنية المنظومات المعقدة. أكثر المنظومات المعقدة الطبيعية لها بنية واضحة ومحددة وهي عادة تتسم بالثبات والإصرار. على الرغم من طبيعتها غير الخطية، هي ليست موزونة بدقة على حافة سكين. نظريات المعنى المأخوذة من فهم فوق بنيوي (poststructural) للغة، على سبيل المثال، التفكيكية، يمكنها أن تضيء هذا الجدال. من أجل أن تحدث مثل هذه الإضاءة، سوف يكون من اللازم الاعتراف بأن التفكيك لا يتضمن أن المعنى نسبي (انظر سيلبيرز، ٢٠٠٥).

### حدود الفعل وحدود المنظومة

العلاقة بين المنظومة المعقدة وبينتها أو سياقها هي في ذاتها مشكلة معقدة. عندما نتعامل مع المنظومات الاجتماعية، لا يكون واضحاً أين تقع حدود المنظومة. ويكون ذلك عادة موضوعاً للاختيار النظري. وأكثر من ذلك، فكرة "الحدود" بمعنى حدود الفعل تختلط عادة بفكرة حدود المنظومة، خصوصاً عندما تستعمل نظرية "الأوتوبويسيس" (autopoiesis). مشكلات التشكيل والطريقة التي يكون بها السياق والمنظومة بعضهما يمكن أن تعالج من أكثر من زاوية نظر مابعد حدائفة. (انظر سيلبيرز، ٢٠٠١).

## مشكلة الاختلاف

بالنسبة للحدائي، الاختلاف والتنوع كان دائما مشكلة يجب حلها. بالنسبة لمابعد الحدائي، التنوع ليس مشكلة، ولكنه يمثل أهم مصدر للمنظومة المعقدة. مناقشات مهمة عن التنوع والاختلاف، بما يتضمنه من قضايا التعدد الثقافي، العولمة، التنوع البيولوجي، التنمية المستدامة وطبيعة المنظومات الاجتماعية، عموما، يمكنها أن تستفيد بشكل كبير من الأعمال عن الاختلاف التي تمت بواسطة دي سوسير، ديريدا، دولوز ومفكري مابعد البنيوية.

## فكرة الذات

الفكرة التنويرية الخاصة بالذات الذرية المحتوية لنفسها تم إضعافها بطرق مشابهة بواسطة منطري التعدد ومابعد الحدائين. ومع ذلك، فكرة الذات لا يمكن استبعادها. مفاهيم الفاعلية والمسئولية تبقى مهمة جدا، ولكنها يجب أن تدعم بتبصرات من نظريات التنظيم الذاتي والبناء الاجتماعي. هناك الكثير من المشكلات التي بقيت بدون حل في هذه المنطقة والكثير من الأعمال المثيرة جدا يمكن أن تنجز هنا. لمحاولة بدائية جدا، انظر سيلبيرز وديفيلبيرز (٢٠٠٠).

## التعدد والأخلاق

فلسفة الأخلاق كانت باستمرار متأثرة بالمثال الحدائي الهادف إلى الوصول إلى فلسفة أخلاقية صحيحة ودقيقة. نظرية التعدد تجادل بأنه، بما اننا لا يمكننا أن نعطي وصف كامل لأي منظومة معقدة، فنحن ايضا لا يمكننا أن نبتكر مجموعة من القواعد الثابتة وغير المؤقتة للتحكم في سلوك المنظومة. نظرية التعدد (وفكر مابعد الحداثة)، بطبيعة الحال، لا يمكنها أن تقيم منظومة أخلاقية أفضل، أو على الأقل ليس المنظومة التي سوف تحل المشكلة. ما يمكنها أن تفعله، على أية حال، هو أن تبين كيف أنه عندما نتعامل مع التعدد - ونحن نفعل ذلك دائما في المجال الإنساني والاجتماعي - لا يمكننا أن نهرب من لحظة الاختيار، وعلى ذلك لا نكون أبدا أحرار من الاعتبارات القيمية. أي شيء نفعله له نتائج أخلاقية، ومع ذلك لا يمكننا أن نستدعي مبادئ خارجية لحل معضلاتنا بشكل نهائي. حقيقة أنه لا يمكن تجنب وجود نوع من الأخلاق يبدو أنه تبصر مهم جدا من نظرية التعدد. وهذا ينتج أيضا من الاستدلال التطوري-السيبرناتيقي (هاييلجين، ٢٠٠٠؛ تورتشين، ١٩٩٠) كما من تمثيلات انبثاق التعاون من تعدد الفاعلين (أكسيلرود، ١٩٨٤). وهذا يتناغم بقوة مع الاخلاق في فكر دريدا ومابعد البنيوية (انظر سيلبيرز، ١٩٨٨ : ١٣٦-١٤٠، سيلبيرز ٢٠٠٤).

## التعدد والنسبية

إذا كانت نظرية التعدد تجادل من أجل عدم اكتمال المعرفة، فستصبح هدفا، بالضبط مثل مابعد الحداثة، بالنسبة لهؤلاء الذين يتهمونها بالنسبية. هذا ليس اتهام له معنى، وقد أدى إلى الكثير من الجدل غير المنتج (انظر، اضحوكة سوكال). استبعاد المواقف التي تحاول أن تكون واعية بحدودها ذاتها هو عادة مبالغة، إن لم يكن تصرفا مغرورا، تصرف غير حساس للأبعاد الأخلاقية المتضمنة عندما نتعامل مع التعدد. المواقف الأكثر تواضعا ليس ضروريا أن تكون مواقف ضعيفة (انظر نورريس، ١٩٩٧؛ سيلبيرز ٢٠٠٥). تطوير موقف نظري يتحرك خلف التقسيم ما بين النسبية والتأسيسية (وجهان لنفس العملة) هو أمر ضروري. (انظر هاييلجين، ٢٠٠٠). التقاطع ما بين التعدد وفلسفة مابعد الحداثة يمكن أن يقود إلى بحث علمي مثير ومفيد

جدا في نفس الوقت. أحد مزايا هذا الاتجاه هو أنه يسمح بتبصرات من كلا العالمين الطبيعي والاجتماعي بدون الحاجة إلى أن يستبعد أحدهما الآخر.

### بعض الاتجاهات الجارية

المشاركات في جلسة الفلسفة والتعدد في مؤتمر "التعدد، العلم والمجتمع" (جامعة ليفربول، ٢٠٠٥)، والتي تم تنظيمها بواسطة واحد منا (جيرشيسون)، والتي شاركنا فيها جميعا، أمدتنا بعينة عن الاتجاهات الجارية في هذا المجال. لقد كان واضحا أن التصورات المستمدة من التعدد لم تذهب بعيدا في أعماق الفلسفة، ولكن العملية جارية، حيث أن هناك عدد كبير من الأسئلة المفتوحة والتي يطرحها التقدم العلمي المرتبط بالتعدد، تؤثر بشكل خاص على مباحث الإبيستيمولوجيا والأخلاق. على سبيل المثال، البحث في علوم الحياة يحتاج إلى ثورة في مفهومنا للحياة، في حين أن الدراسات في العلوم المعرفية تساءل نماذجنا عن "العقل" و"الوعي".

المصطلحات التي تم تقديمها في إطار التعدد أصبحت منتشرة، ولكن ليس دائما مع أفضل النتائج. على سبيل المثال، مفهوم "الانبثاق" لا يزال غير مفهوما جيدا، وهو وضع زاد من خلال الاستخدام السيء للمصطلح، على الرغم من أنه يتحول ليصبح أقل غموضا بشكل بطيء.

خاصية مهمة للمنظومات التكيفية المعقدة والتي تؤثر حاليا في الفلسفة هي التطور. الديناميات التي تم تقديمها بواسطة السيبرناطيقا وما بعد الحداثة لم تتغلغل بعد في كل الجوانب الممكنة، حيث تظل آثار الردية والثنائية باقية. الفلسفة لم تعد راضية بالافتصار على تفسير لماذا يكون شيئا ما على ما هو عليه، ولكنها تحتاج إلى أن تطرح السؤال عن كيف أصبح هكذا.

### الخلاصة

لقرون، ظلت النظرة إلى العالم التي يتضمنها العلم نيوتونية. الفلسفة المقابلة لها سميت بأسماء متعددة، الردية، الميكانيكية أو الحداثية. من الناحية الأنطولوجية، هي نظرة ترد كل الظواهر إلى حركة الجسيمات المادية المستقلة والمحكومة بواسطة القوانين الحتمية. من الناحية الإبيستيمولوجية، هي نظرة تعتق الوعد بمعرفة كاملة، موضوعية ومؤكدة للماضي والمستقبل. ولكن على أية حال، هي تتجاهل أو حتى تنفي فكرة القيمة، الأخلاق أو العمليات الخلاقة، واصفة العالم كمجرد آلة معقدة تعمل مثل الساعة.

على مدار القرن الماضي، تطورات علمية عديدة تحدثت هذه الصورة التبسيطية، مستبدلة لها بشكل تدريجي بنظرة بديلة هي معقدة في جوهرها. أولا، مبدأ عدم التأكد لهايزنبرج في ميكانيكا الكم، تبعه فكرة الكاوس في الديناميكا اللاخطية، بينت أن العالم هو بشكل جوهرى غير قابل للتنبؤ. وبعد ذلك، نظرية المنظومات قدمت أساس علمي لأفكار الكلية والانبثاق. السيبرناطيقا، على التوازي مع علم اجتماع ما بعد الحداثة، بينا أن المعرفة هي جوهرها ذاتية. معا وبلاشتراك مع نظريات التنظيم الذاتي والتطور البيولوجي، جعلونا، أكثر من ذلك، على وعي بأن الانتظام والتنظيم ليسا معطين مسبقا، ولكنهما ينبثقان بشكل دينامي من خلال قوى متعارضة متشابكة ومن خلال تذبذبات عشوائية، والتي هي عملية يتم تلخيصها في التعبير "الترتيب من خلال الفوضى" (بريجوجين وستينجرز، ١٩٨٤).

هذه المعالجات المختلفة بدأت الآن في التكامل تحت العنوان "علم التعدد". نموذج المركزي هو المنظومة متعددة الفاعلين: مجموعة من المكونات ذات الاستقلال الذاتي والتي تكشف

تفاعلاتها الذاتية عن ترتيب كلي. الفاعلون هم جوهرية ذاتيون وغير متأكدون من نتائج أفعالهم، ومع ذلك هم عموماً يتمكنون من تنظيم ذاتهم نحو منظومة منبثقة وقادرة على التكيف. وهكذا، عدم التأكد والذاتية لا يجب أن ينظر إليها سلبياً بعد الآن، فبقدر خسارة الترتيب المطلق للميكانيزمات، ولكن بشكل إيجابي، بقدر عوامل الإبداعية والتكيف والتطور.

على الرغم من أن عدد من (أكثرهم مابعد حديثون) الفلاسفة قد عبروا عن مشاعر مماثلة، نموذج التعدد لا يزال في حاجة إلى أن يتم استيعابه بواسطة الفلسفة الأكاديمية. وهذا ليس فقط يمكن أن يساعد الفلسفة في حل بعض مشكلاتها الدائمة، ولكن أيضاً يساعد علماء التعدد لأن يصبحوا أكثر وعياً بأسس وتداعيات نموذجهم.

## المراجع:

- Ansell-Pearson, K. 1999. *Geminal Life: The Difference and Repetition of Deleuze*. London: Routledge.
- Ashby W. R. *An Introduction to Cybernetics*, Methuen, London, 1964
- Axelrod, R. M. 1984 *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, New York.
- Bahm, AJ: (1987) "Systems Profile: General Systems as Philosophy", *Systems Research*, v. 4:3, pp.203-209.
- Bunge M (1979) *Treatise on Basic Philosophy, Volume 4. Ontology II A World of Systems*. Dordrecht, Netherlands: D. Reidel.
- Byrne, D. 1998. *Complexity Theory and the Social Sciences. An Introduction*. London: Routledge.
- Campbell, D. T. 1974 "Downward Causation" in *Hierarchically Organized Biological Systems. Studies in the Philosophy of Biology*, F.J. Ayala and T. Dobzhansky (eds), Macmillan, New York, .
- Cilliers, P. 1998. *Complexity and Postmodernism. Understanding complex systems*. London: Routledge.
- Cilliers, P. 2001. *Boundaries, Hierarchies and Networks in Complex Systems. International Journal of Innovation Management*, Vol. 5, No. 2, pp. 135–147.
- Cilliers, P. 2004. *Complexity, Ethics and Justice. Journal for Humanistics (Tijdschrift voor Humanistiek)*, Vol. 5, nr. 19, p. 19–26 (Amsterdam: Uitgeverij SWP).
- Cilliers, P. 2005. *Complexity, Deconstruction and Relativism. Theory Culture & Society*, Vol. 22 (5), pp 255–267.
- Cilliers, P. and De Villiers, T. 2000. *The Complex "T"*, in *The Political subject*, edited by W. Wheeler, London: Lawrence & Wishart, pp. 226–245.
- Cornell, D. 1992. *The Philosophy of the Limit*. London: Routledge.
- de Rosnay J. (1979). *The macroscope: a new world scientific system*, HarperCollins
- DeLanda, M. 2005. *Intensive Science and Virtual Philosophy*. New York: Continuum.
- Deleuze, G. & Guattari, F. 1987. *A Thousand Plateaus* (trans. and edited by Brian Massumi) Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Derrida, J. 1988. *Limited Inc*. Evanston: North-Western University Press.
- Freud, S. 1950 (1895). *Project for a Scientific Psychology. Standard Edition*, Vol. 1, pp. 281–397. London: The Hogarth Press.
- Gershenson, C. and F. Heylighen (2005). *How can we think the complex?* in: Richardson, Kurt (ed.) *Managing the Complex Vol. 1: Philosophy, Theory and Application*. (Institute for the Study of Coherence and Emergence/Information Age Publishing), p.47-62
- Guattari, F. 1995. *Chaosmosis* (trans. Paul Bains and Julian Pefanis). Bloomington: Indiana University Press.
- Haken, H. *Synergetics*, Springer, Berlin, 1978.
- Held, D. 1980. *Introduction to Critical Theory. Horkheimer to Habermas*. London: Hutchinson.
- Heylighen F. & Joslyn C. (2001): "Cybernetics and Second Order Cybernetics", in: R.A. Meyers (ed.), *Encyclopedia of Physical Science & Technology* (3rd ed.), Vol. 4 , (Academic Press, New York), p. 155-170.
- Heylighen F. (1989): "Causality as Distinction Conservation: a theory of predictability, reversibility and time order", *Cybernetics and Systems* 20, p. 361-384.
- Heylighen F. (1990): "Classical and Non-classical Representations in Physics I", *Cybernetics and Systems* 21, p. 423-444.

- Heylighen F. (1997): "Publications on Complex, Evolving Systems: a citation-based survey", Complexity 2 (5), p. 31-36.
- Heylighen F. (2000): "Foundations and Methodology for an Evolutionary World View: a review of the Principia Cybernetica Project", Foundations of Science, 5, p. 457-490.
- Heylighen F. (2002): "The Science of Self-organization and Adaptivity", in: L. D. Kiel, (ed.) Knowledge Management, Organizational Intelligence and Learning, and Complexity, in: The Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), (Eolss Publishers, Oxford). (<http://www.eolss.net>)
- Holland J.H. 1996 Hidden Order: How adaptation builds complexity, Addison-Wesley.
- Kauffman S. A. 1995, At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity, Oxford University Press, Oxford.
- Langton C. G. 1990, Computation at the edge of chaos: phase transitions and emergent computation, Physica D, 42, 1-3, pp. 12-37.
- Luhmann, N. (1995) Social Systems, Stanford, CA: Stanford University Press.
- Lyotard, J. 1988. The Post-Modern Condition: A Report on Knowledge. Minneapolis: University of Minneapolis Press.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. 1992, The tree of knowledge: The Biological Roots of Understanding, (rev. ed.), Shambhala, Boston.
- Medd W. "What Is Complexity Science?", Emergence, 2001, Vol. 3, Issue 1, p43
- Morin, E. (1992), Method. The nature of nature. New York: Peter Lang.
- Morin, E. (1992). The concept of system and the paradigm of complexity. In M. Maruyama (Ed.), Context and Complexity. Cultivating contextual understanding. (pp.125-136) New York: Springer-Verlag.
- Norris, C. 1997. Against Relativism. Philosophy of Science, Deconstruction and Critical Theory. Oxford: Blackwell Publishers.
- Parsons T. (1991) The social system, Routledge, London
- Prigogine, I. and Stengers, I. 1984 . Order out of Chaos, Bantam Books, New York,
- Prigogine, I. and Stengers, I. 1997 The end of certainty: time, chaos and the new laws of nature - New York: Free Press
- Rasch, W. and Wolfe, C. (eds). 2000. Observing Complexity. Systems Theory and Postmodernity. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Rescher, N. 1998. Complexity: a philosophical overview. New Brunswick, NJ: Transactions.
- Richardson, K. (ed.) 2005. Managing the Complex Vol. 1: Philosophy, Theory and Application. Greenwich: Information Age Publishing.
- Saussure, F. de. 1974. Course in General Linguistics. London: Fontana.
- Smuts, Jan C. 1926 : Holism and Evolution, MacMillan,
- Stacey, R. 2001. Complex Responsive Processes in Organisations: Learning and Knowledge Creation. London: Routledge
- Stacey, R., Griffin, D. & Shaw, P. 2000. Complexity and Management: Fad or Radical Challenge to Systems Thinking? London: Routledge
- Taylor, M. C. 2003. The Moment of Complexity: Emerging Network Culture. Chicago: The University of Chicago Press.
- Turchin V. (1990): "Cybernetics and Philosophy", in: The Cybernetics of Complex Systems, F. Geyer (ed.), (Intersystems, Salinas, California), p. 61-74.
- Urry, J. 2003. Global Complexity. Cambridge: Polity Press.
- von Bertalanffy, L. 1973, General System Theory (Revised Edition), George Braziller, New York.
- von Foerster, H., 1979 Cybernetics of Cybernetics, ed. K. Krippendorff, Gordon and Breach, New York
- Waldrop, M. M. (1992) Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos, London: Viking.