

CAUCHY EN COLOMBIE :

Mathématiques utiles ou mathématiques théoriques ?

Luis Carlos Arboleda

Universidad del Valle, Ciudad universitaria Melendès,
Cali (Colombie)

Alors que nous collections et analysions le patrimoine documentaire produit en Colombie, témoignant du processus de formation d'une culture scientifique moderne dans ce pays, nous avons trouvé, il y a deux ans, une copie du manuscrit des conférences sur le calcul différentiel et intégral, professées par Julio Garavito Armero en 1912 à la Faculté de mathématiques et du génie de l'Université nationale de Colombie. Dans un premier temps, notre groupe de recherche s'est attaché à appliquer à ce cas d'étude la méthode employée lorsque nous avons essayé de déterminer la complexité de la réception et de la diffusion, dans les périphéries, des théories mathématiques et physiques émanant de centres d'influence scientifique et culturelle, notamment de la France (Arboleda, 1985, 1987, 1987b, 1990, 1991, 1992, 1992a, 1992b, 1993).

Il s'agissait de découvrir dans ce manuscrit les idées qui pouvaient avoir des liens de filiation avec la nouvelle conception des fondements de l'analyse mathématique présentée dans une œuvre considérée comme canonique : le *Cours d'analyse* de Cauchy, publié en 1824 dans le cadre de son enseignement à l'École polytechnique de Paris. Nous avons constaté que l'adoption généralisée du Cours dans les institutions d'enseignement supérieur avait dépendu au Colombie, *mutatis mutandis*, du même vecteur de diffusion qu'en Europe tout au long du siècle. C'est-à-dire que le texte paradigmatique avait été réservé à l'usage d'un public extrêmement réduit de spécialistes, évidemment encore plus réduit pour le cas colombien, voire limité à la seule personne de Garavito. Dans les chaires universitaires, on utilisait des textes et des manuels élaborés, tel que le cours de Sturm dont notre manuscrit est plus proche, avec pour objectif pédagogique de rendre accessible à un public non cultivé une théorie aussi fondamentale, mais considérée comme difficile à saisir dans sa forme originale.

On sait que les leçons, professées par Garavito à la Faculté de mathématiques depuis 1897, étaient elles aussi considérées comme si peu compréhensibles au premier abord que les élèves devaient accomplir une recherche importante pour se doter de leurs propres méthodes d'étude. Cela donna lieu au genre, apparemment très courant, de copies de leçons. Corrigées par la suite par Garavito, ces copies ont circulé de géné-

ration en génération. On pourrait craindre que le contenu original de la théorie de Cauchy ne fût diminué par cette série de traductions successives. On n'y retrouve pas toujours, bien sûr, un traitement formel, notamment en ce qui concerne la notion de limite en termes de définition arithmétiques des quantités infinitésimales ; en revanche, on y observe partout des traces de l'intuition géométrique de la limite, que dénonçait Cauchy dans son *Cours*, parce qu'étrangère à l'analyse. Mais, quoi qu'il en soit, le manuscrit a été écrit, d'une manière générale, dans l'esprit des fondements de Cauchy, en ce sens que les notions principales – celles du calcul différentiel, ses techniques et résultats caractéristiques, tout au moins –, reposent sur le concept de limite.

Ici, et dans la méthode employée pour expliquer d'autres sujets (par exemple, l'exposition de la théorie des fonctions dans un style plutôt eulérien, le traitement plus que faible des conditions de continuité et d'existence de la dérivée, ou de convergence et d'existence de la limite), on constate un manque de rigueur vis-à-vis de l'œuvre de Cauchy. Néanmoins, du point de vue historique, il faut préciser que, lorsqu'il s'agit de la structure du discours, du contenu des idées et de la présentation des notions de base dans un document de diffusion du calcul infinitésimal, produit en Colombie vers les années 1910, il faut les comparer non pas avec le cours de Cauchy, mais avec les manuels les plus connus – tels que celui de Sturm – consacrés à l'enseignement du calcul en France, en Allemagne et en Italie. On se rend compte ainsi que le cours de Bogota a été probablement du même niveau que celui enseigné dans les écoles et universités en Europe, à peu près à la même époque (Villegas, 1992).

On a donc observé que, du point de vue du discours diffusé, l'étude du transfert des savoirs et des théories révèle des situations assez représentatives de la diversité d'expressions thématiques dans une même aire d'influence. Il y a aussi les questions délicates du rapport de ces discours avec leur contexte. Dans le cas qui nous préoccupe – celui de la reproduction d'une théorie originaire d'un autre espace culturel – il reste à étudier plus particulièrement la fonction que cette reproduction est censée remplir dans le contexte local de diffusion. On vise ainsi à découvrir, dans les documents résultant de cet effort de reproduction des savoirs, des traces de l'influence des idées personnelles ou collectives dans la formation de cultures scientifiques. Cela pourrait contribuer à jeter quelques lumières sur la construction sociale des mentalités et des traditions sous-jacentes aux activités de recherche et d'enseignement dans les pays latino-américains.

Dès sa création, en 1867, les cours de l'École du génie de Bogota visaient à dispenser une formation solide de deux années au moins en mathématiques. On s'inspirait ainsi de l'idéal des premiers mathématiciens de la République, tel Lino de Pombo qui se préoccupa pendant des années de réaliser, dans le pays même, à la suite de Mutis et Restrepo, des manuels d'enseignement des mathématiques. Auparavant, en 1850, l'École militaire de Bogota avait été la première institution où les élèves avaient pu suivre des leçons sur le calcul infinitésimal. Mais, cette expérience avorta en raison de la fermeture de l'école au public trois ans après son ouverture, dans des circonstances politiques très défavorables à ce projet de formation supérieure. En 1888, fut créé l'Institut central de mathématiques où les élèves devaient suivre deux premières années de formation théorique avant de s'initier à la formation professionnelle à l'École du génie.

On remarque donc qu'à la fin du siècle la formation des ingénieurs était la voie majeure de professionnalisation des activités mathématiques dans le pays. Il y avait aussi le poste de directeur de l'Observatoire astronomique ; mais il ne concernait que le travail de recherche d'une seule personne, tandis que la fonction d'enseignement donnait la possibilité d'ouvrir ces activités au public cultivé et donc d'élargir son rayon d'influence et sa légitimité. L'image sociale des mathématiques était ainsi associée à l'idée de progrès social et économique. En plus, elle permettait aux personnes désireuses de consacrer leur vie à cette profession d'accéder à l'espace institutionnel, de recruter des jeunes doués pour les études en mathématiques et de se spécialiser dans des sujets plus pointus. L'accès aux quelques postes d'enseignement disponibles donna donc lieu à des rivalités entre ingénieurs de formation dont les conceptions étaient différentes quant à la manière d'orienter les études et les institutions.

Ceux qui se refusaient à accorder une place relativement importante à l'enseignement du calcul infinitésimal, à la mécanique rationnelle et à l'astronomie étaient cantonnés à l'École des mines de Medellín. S'opposant à la stratégie française de formation des ingénieurs aux « mathématiques transcendantes » adoptée par l'École de Bogota, celle de Medellín réussit à mettre en place, à partir de 1887, des études fondées sur le modèle de l'Université de Californie. En donnant la priorité aux connaissances appliquées, on limitait assez considérablement les cours de mathématiques supérieures en les réduisant aux notions introductives, sacrifiant ainsi le contenu et toute l'unité de la méthode et de la théorie. On prétendait, ce faisant, que, dans un pays sous-développé tel que la Colombie, les mathématiques théoriques ne se justifiaient pas en tant que profession scientifique. Insister sur cela hors du cadre de l'enseignement de l'ingénierie appliquée, c'était tromper les espoirs de toute une société (Mayor Mora, 1984).

Derrière cette querelle qui prit parfois un ton très passionné, on peut distinguer la présence de deux traditions, qui se sont opposées pendant les Lumières, sur la place à accorder dans les institutions et dans l'enseignement, aux mathématiques pures et à la physique newtonienne. Mais, dans le cas de Garavito tout au moins, il y a eu, à mon sens, plutôt qu'une opposition, une sorte de combinaison entre les traits propres à chacune de ces deux traditions. Il est intéressant de s'arrêter quelque peu sur ce point.

Dans de précédentes publications, nous avons fait état des différentes étapes de l'histoire extrêmement riche de la formation de cultures scientifiques modernes à la fin du régime colonial en Colombie. Au long du demi-siècle écoulé, entre les années 1770 et 1820, on a assisté à l'épanouissement d'expressions intellectuelles très élaborées de ce que l'on appelait alors la « nouvelle science ». Cela correspondait à un domaine assez varié de savoirs et de techniques relevant du paradigme newtonien des sciences physiques et mathématiques, et dont la méthode, axée sur le raisonnement, l'expérience et l'observation, s'opposait, avec vigueur sans toujours réussir à s'imposer, à l'ancienne tradition de la scolastique et de la philosophie péripatéticienne dominante dans les institutions coloniales (voir notamment Arboleda, 1991).

Nous avons analysé le style plus académique qu'utilitaire de l'enseignement professé par Mutis et par certains de ses élèves à la chaire de mathématiques du Colegio del Rosario à Santafé de Bogota. Son approche visait avant tout à faire connaître à l'élite créole les textes et les auteurs les plus représentatifs de la pensée européenne, dans

le but de former leurs esprits aux principes de la nouvelle rationalité. La stratégie, adoptée par le savant métropolitain qu'était Mutis, d'axer l'enseignement dans nos institutions sur la diffusion de savoirs produits dans les centres scientifiques internationaux d'excellence, finit par s'imposer dans le système éducatif de la fin du régime colonial. Néanmoins, elle dut négocier son influence avec certains des points de vue des savants créoles qui défendaient, au tournant du siècle, ce que l'on a proposé d'appeler sommairement « un projet de science républicaine ».

En effet, il est de notoriété que des membres de l'élite, tels que Caldas, Zea, Arroyo et Cabal, sont arrivés avec le temps à s'opposer avec énergie au programme prestigieux et autoritaire de ceux qui s'employaient à cultiver et à diffuser la science académique. Ils étaient persuadés que l'activité du nouvel intellectuel ne pouvait pas se limiter à diffuser des textes sacrés dans les cercles encore réduits et instables de jeunes désireux de s'instruire dans l'esprit des Lumières. C'était une tâche excessivement lourde que de se borner à faire circuler à tout prix ces savoirs, sans les dotations nécessaires, dans des institutions encore contrôlées par les pouvoirs ecclésiastiques. De plus, les conflits de la révolution en germe poussaient ces érudits à accomplir une multiplicité de tâches sociales et politiques qui les empêchaient de se concentrer sur leur seule fonction d'enseignant (Arboleda, 1992).

En ce qui concerne cette fonction, ils postulaient que non seulement ils n'étaient pas condamnés, en Colombie, à reproduire simplement les savoirs des Lumières venus d'ailleurs, mais qu'il était tout à fait possible de les enrichir par leur application à l'étude de problèmes relatifs au contexte national et concernant la géographie, la physique, l'astronomie, la biologie et la sociologie. En outre, il était toujours possible de contribuer aux sciences par la transformation des conditions d'existence de la société néogrenadienne. Caldas en particulier l'avait démontré à maintes reprises, notamment avec l'invention de la méthode dénommée « hypsométrie », technique qu'il avait introduite pour calculer les altitudes en n'utilisant que le thermomètre et un principe théorique (le point d'ébullition de l'eau reste constant si la mesure de la pression du baromètre se maintient constante) (Arboleda, 1992).

Tout au long du XIX^e siècle, et même dans la première moitié du XX^e, les programmes de science académique et de science utilitaire furent valorisés et employés de manière différente en fonction du contexte où l'observateur était placé. Cela signifie que ces deux programmes étaient enracinés dans des contextes précis, sociaux, culturels et scientifiques. Ces contextes ont fortement déterminé l'un ou l'autre de ces programmes par les générations chargées d'édifier les institutions républicaines. On peut repérer leur influence, tout au moins quand dans l'histoire des sciences et de son enseignement s'observe un effort important des pouvoirs et des cercles d'intellectuels pour bâtir les institutions d'enseignement supérieur et former les citoyens dans les arts, les métiers et les professions. Mais, chaque fois que l'on a prétendu s'inspirer de ces deux programmes alternatifs, il faut remarquer aussi des changements de sens par rapport à leur contenu originel. Il en est ainsi, par exemple, des idées épistémologiques et des discours de Caldas sur l'utilisation sociale des savoirs. Converti par l'histoire en héros de la science nationale et en figure illustre de l'indépendance, ses idées comme son programme de recherche et d'enseignement ne seront par la suite pris en compte par

l'État qu'en ces rares moments de la vie du pays où il sera possible de mettre en avant – même s'il ne fut jamais mené à son terme – un projet d'exploration du territoire ; ou lorsqu'on essaiera de promouvoir à tout prix l'instruction publique et l'établissement des institutions et des sociétés académiques, contre l'opposition résolue des pouvoirs économiques et religieux.

Du reste, seules les personnes les plus éclairées de la société comprendront que, dans le projet républicain de Caldas, la construction d'une capacité endogène en science et technologie était indispensable pour bâtir une nation souveraine et indépendante. Ceux-ci soutinrent toutefois cette partie de l'idéal de vie scientifique associée à Caldas, visant à la recherche de rapports étroits entre la Colombie et les courants mondiaux de la science. Ils prétendaient suivre l'exemple de Caldas quand ils se préoccupaient de projets de formation professionnelle dans une culture ouverte aux traditions académiques internationales et, en même temps, utile aux souhaits de progrès et de bien-être pour la société colombienne. C'est le cas des ingénieurs et mathématiciens du tournant du siècle qui, comme Garavito, n'ont point cédé dans leur résolution à la tentation d'introduire les fondements de l'analyse dans le style de Cauchy, puisqu'ils étaient persuadés que seule une solide formation scientifique rendrait compétent l'ingénieur colombien pour contribuer à construire les fondements matériels du progrès de la nation et à créer une capacité analytique autonome au terme de quelques années.

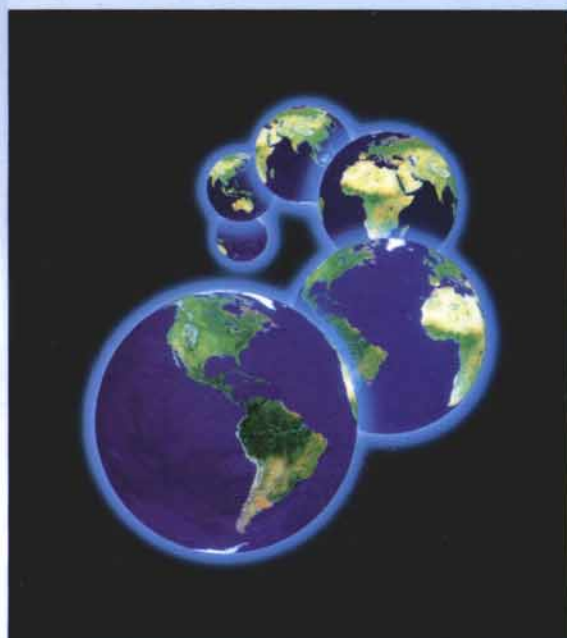
La stratégie académique de Mutis n'est, pour sa part, pas non plus absente chez les membres des élites scientifiques colombiennes comme Garavito. Chez nos intellectuels et gouvernants désireux de mettre en place des institutions d'enseignement supérieur et de diffuser dans le pays des théories scientifiques modernes, Mutis représentait l'idéal du savant métropolitain, c'est-à-dire un érudit, formé aux connaissances modernes et en relation avec les autorités académiques et les centres renommés de l'étranger, plutôt maître que chercheur, plutôt associé à des projets dont le succès était déjà garanti sur le plan international qu'à l'étude de questions scientifiques originales. Par ses activités de directeur de la Faculté des mathématiques et du génie, ou par la diffusion de l'analyse mathématique, Garavito n'était pas loin de Mutis. De même que Mutis, Garavito s'est employé, un siècle plus tard, à poursuivre la tâche historique d'organiser un enseignement scientifique moderne, et d'enseigner systématiquement chez nous les fondements des nouvelles mathématiques et de la mécanique rationnelle ainsi que le système du monde de Newton. Garavito croyait alors qu'on pourrait encore rattraper le temps perdu dans la réalisation de ce projet, datant de la première République, c'est-à-dire des années 1820. Aujourd'hui, nous constatons qu'il avait tout à fait raison de proposer que les efforts fussent concentrés dans les institutions modernes afin de consolider une base scientifique autonome. Nous constatons aussi que l'explication de notre retard scientifique et technologique réside, en bonne partie, dans le fait que le pays n'a pas su se donner les moyens de garantir la continuité de ce programme au cours des années qui ont suivi.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Arboleda Luis Carlos, 1985, « Dificultades de la profesionalización de las matemáticas en Colombia ». In Peset, J.L. (ed) (1985). *La ciencia moderna y el nuevo mundo*. Madrid, CSIC ; 27-38.
- Arboleda Luis Carlos, 1987, « Acerca del problema de la difusión científica en la periferia : el caso de la física newtoniana en la Nueva Granada (1740-1820) ». *Quipu, Revista latinoamericana de historia de las ciencias y la tecnología*, México, 4 (1987), 7-30.
- Arboleda Luis Carlos, 1987b, « Sobre una traducción inédita de los "Principia" al castellano hecha por Mutis en la Nueva Granada circa 1770 ». *Quipu, Revista latinoamericana de historia de las ciencias y la tecnología*, México, 4 (1987), 291-313.
- Arboleda Luis Carlos, 1990, « José Celestino Mutis, l'expédition botanique et la naissance d'une tradition scientifique à la Nouvelle-Grenade ». In Polanco, X. (ed) (1990). *Naissance et développement de la science-monde*. La Découverte, Conseil de l'Europe, Unesco, Paris.
- Arboleda Luis Carlos, 1991, « Las teorías de Copérnico y Newton en los estudios superiores del Virreinato de la Nueva Granada y en la Audiencia de Caracas. Siglo XVIII ». *Quipu, Revista latinoamericana de historia de las ciencias y la tecnología*, México, 8 (1991), 5-34.
- Arboleda Luis Carlos, 1992, « La ciencia y el ideal de ascenso social de los criollos en el virreinato de Nueva Granada ». In Antonio Lafuente y José Sala Catalá (eds.), *Ciencia colonial en América*, Alianza Editorial, Madrid, 1992, pp. 285-316.
- Arboleda Luis Carlos, 1992a, « Science and Nationalism in New Granada in the Eve of the Revolution of Independence ». In Patrick Petitjean *et al.* (eds.), *Science and Empires*, Kluwer Academic Publishers, New York-Amsterdam, 1992, pp. 247-258. Colloque Science et Empires, organisé par le Rehseis-CNRS et l'Unesco, avril 1990, Paris.
- Arboleda Luis Carlos, 1992b, « Newton en la Nueva Granada ». In Ma. Pilar de San Pío Aladrén (ed.), *Mutis y la real expedición botánica del Nuevo Reino de Granada, Real Jardín Botánico de Madrid*, 2 vols., Villegas editores-Lunwerg editores, Barcelona, 1992.
- Arboleda Luis Carlos, 1993, « Las Lecciones de Física de J.F. Restrepo (1825) : Un caso de investigación socio-histórica sobre la formación de culturas científicas en Colombia ». In Amado A. Guerrero Rincón (ed)(1993). *Ciencia, cultura y mentalidades en la historia de Colombia*. Mémoires du VIII^e Congrès National d'Histoire de la Colombie, Bucaramanga, Septembre 1992, pp. 261-266. En collaboration avec Luz Dary Rodríguez.
- Mayor Mora Alberto, 1985, « Matemáticas y subdesarrollo : la disputa sobre su enseñanza en la ingeniería colombiana de principios del siglo XX ». In *Revista de Extensión Cultural*, Universidad Nacional de Colombia. Sede de Medellín, No. 19, 1985.
- Villegas Graciela, 1992, « La recepción del Cálculo de Cauchy en Colombia y su enseñanza en la Universidad Nacional ». Thèse de maîtrise en mathématiques. Universidad del Valle, Cali, Colombia, 1992.

**LES SCIENCES HORS D'OCCIDENT
AU XX^e SIÈCLE**

**SÉRIE SOUS LA DIRECTION
DE ROLAND WAAST**



VOLUME 2

LES SCIENCES COLONIALES FIGURES ET INSTITUTIONS

PATRICK PETITJEAN
ÉDITEUR SCIENTIFIQUE

CRISTOM
éditions

**LES SCIENCES HORS D'OCCIDENT
AU XX^e SIÈCLE**

20th CENTURY SCIENCES:
BEYOND THE METROPOLIS

**SÉRIE SOUS LA DIRECTION
DE ROLAND WAAST**

VOLUME 2

**LES SCIENCES COLONIALES
FIGURES ET INSTITUTIONS**

COLONIAL SCIENCES:
RESEARCHERS AND INSTITUTION

PATRICK PETITJEAN
ÉDITEUR SCIENTIFIQUE

ORSTOM Éditions

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
PARIS 1996