



Connexion avec la société

Mariluce Moura et Neldson Marcolin

PUBLIÉ EN OCTOBRE 2012

Marco Antonio Zago, tout autant habitué aux études génétiques et hématologiques qu'aux méandres sinueux de la politique scientifique, a assumé la Direction de la Recherche de l'Université de São Paulo (USP) en 2010 et s'est aussitôt confronté à un défi. Comment faire en sorte que des chercheurs réputés s'intéressent à nouveau à l'université qui les a formés ? Il s'est aperçu que de nombreux scientifiques issus de l'université s'étaient éloignés de l'institution. Pour Marco Antonio Zago, il est important de créer les conditions nécessaires pour que tous se connectent avec davantage de force à l'université et, de cette manière, à la société elle-même. «Il faut donner une certaine cohérence à la recherche dans l'université», déclare-t-il.

Les mesures prises par le Directeur de la Recherche ont pris la direction souhaitée. La création des Noyaux de Soutien à la Recherche (NAPS) multidisciplinaires, par exemple, calqués sur les modèles des Centre de Recherche Innovation et diffusion (Cepid), programme créé par la FAPESP en 2000, a attiré 118 groupes de chercheurs depuis 2010. L'Agence USP de l'Innovation est plus proche des chercheurs et les aide sur les questions liées aux brevets. Les nouveaux professeurs qui entrent à l'université sont encouragés à capter des financements externes et à intégrer les équipes de recherche. «Nous avons, sans aucun doute, réussi à améliorer l'université sur certains aspects», déclare Marco Antonio Zago. La bonne place obtenue dans tous les classements d'évaluation des universités le prouve, malgré le gigantisme de l'USP, chose inhabituelle dans les meilleures institutions qui investissent dans la recherche scientifique.

Marco Antonio Zago s'est formé à la Faculté de Médecine de l'USP de Ribeirão Preto. Il a passé une partie de sa carrière de chercheur à exercer la médecine. Il a été directeur clinique de l'Hôpital des Cliniques et directeur scientifique du centre de transfusion sanguine, les deux à Ribeirão Preto. En 2007, il a présidé le Conseil de développement Scientifique et Technologique (CNPq) et a créé les Instituts Nationaux de Sciences et de Technologie (INCTs), une tentative pour essayer de changer le modèle de production scientifique du pays.

En tant que chercheur, il a participé à une étude sur l'anémie falciiforme et la thalassémie et a œuvré fortement à l'établissement de méthodes de diagnostic et de traitement de ces maladies. Il s'est mis à étudier la génétique des populations et a démontré de quelles régions d'Afrique venaient les esclaves emmenés au Brésil. Il a également eu une participation importante dans le domaine de la génomique en travaillant sur le séquençage de la bactérie *Xylella fastidiosa* et du génome du cancer. Leader du Cepid de Thérapie Cellulaire, il a, ces dernières années, concentré ses efforts sur l'étude des cellules

ÂGE 65 ans

SPÉCIALITÉ
Hématologie
et génétique

FORMATION
Université de São Paulo
(diplôme universitaire
et doctorat)

Université d'Oxford
(post-doctorat)

INSTITUTION
Université
de São Paulo

souche. Veuillez trouver ci-dessous, les principaux extraits de l'entretien.

Quelle est la fonction d'un Directeur de la Recherche dans une université de la taille de l'USP ?

C'est de donner une certaine orientation et de l'unité à la recherche développée par l'université. Quand je dis une certaine direction, il ne s'agit pas de faire ou de promouvoir une recherche orientée pour définir les lignes de recherche dans le sens traditionnel de terme. Ceci n'est pas possible dans une université comme l'USP. Nous sommes en termes de taille et de variété de domaines, l'une des plus grandes universités du monde. Il est difficile de trouver un domaine de la connaissance ou un sous domaine qui ne possède pas de spécialistes qualifiés à l'USP. L'activité de recherche est donc très hétérogène et possède différentes dimensions.

Que serait donc cette «certaine direction» ?

Peut-être de donner une cohérence et une synergie à la recherche à l'intérieur de l'université. Quand je suis arrivé ici, je me suis aperçu que le sens d'unité était limité. Les groupes réputés étaient ceux qui étaient le moins lié à l'université, ils devaient être indépendants et alléguait que leurs financements provenaient de l'extérieur et non de l'USP.

Il y avait un certain détachement...

Oui, un détachement de l'université, qui amène à un certain degré de désagrégation.

Quelle place occupe l'USP parmi les plus grandes universités du monde ?

L'Unam (Université Nationale Autonome du Mexique) possède 270 mille élèves, tout comme l'Université de Buenos Aires. Il s'agit d'institutions qui n'ont pas de *numerus clausus*, donc tout élève qui le désire peut s'inscrire. D'un autre côté, quand nous regardons les meilleures universités du monde (celles que tout le monde cite comme exemples d'universités pour bien montrer que c'est le but à atteindre), sont celles des États-Unis, d'Angleterre, du Japon et de la Corée du Sud avec en moyenne 17 mille élèves. Beaucoup d'entre elles ont plus de 60% d'élèves dans le troisième cycle.

Et l'USP ?

Nous avons 91 mille élèves, parmi lesquels 30% en troisième cycle. Une des caractéris-

tiques communes aux grandes universités qui sont très engagées dans la recherche, outre l'enseignement, est la mission de produire de la recherche scientifique et de transférer la connaissance. L'USP s'encadre dans cela. Il faut souligner l'engagement dans l'enseignement. Ceci est important car beaucoup de gens pensent que je suis parfois monomaniaque et que je pense que l'université doit faire que de la recherche. Je ne le pense pas. Je comprends que le rôle fondamental de l'université est l'éducation et la formation des personnes qualifiées à des niveaux supérieurs.

L'USP s'encadre et se situe en bonne place parmi les universités de recherche ?

Elle est bien perçue dans tous les types de classement. Il ya une unanimité pour dire que l'USP est la première université d'Amérique Latine. Il y a d'autres bonnes universités au Brésil, mais elles sont peu nombreuses. Le club des universités de recherche au Brésil est très restreint.

Comment appréhender cette université multiple et donner de la cohérence aux activités de recherche menées par tant de groupes avec des objectifs différents ?

En premier lieu il faut faire en sorte qu'ils concentrent à nouveau leur attention sur le centre, qui est l'université et qu'à travers elle ils reprennent leur relation avec la société. Nous ne faisons pas de la recherche par dilettantisme, nous cherchons avant tout une nouvelle connaissance qui pourrait avoir une application immédiate ou non. La recherche ce n'est pas exclusivement l'activité de laboratoire, c'est toute l'activité créative y compris le développement culturel, qui est de la responsabilité de l'université.

Y-compris l'art ?

L'USP contribue de manière importante aux arts et aux sciences humaines. L'université est très bien placée en sciences humaines, il suffit de regarder certains classements qui subdivisent les performances de l'université. Nous devons promouvoir un dialogue beaucoup plus intense entre ces différentes cultures universitaires. Quand je dis donner de l'unité ou de la cohérence, c'est faire en sorte que l'attention des professeurs, principalement ceux qui sont réputés, se tourne vers l'université et à travers elle vers la société. Une des méthodes employées pour y parvenir a été l'utilisation de financements propres

pour soutenir la recherche. Ceci n'a jamais été fait, de manière intense, dans aucune université brésilienne. Cela a commencé ici, bien que le financement ne soit pas très important comparé à celui que l'USP emploie déjà dans la recherche. Nous investissons environ 2 milliards de reais par an dans la recherche, bien que cela ne soit pas visible pour tous.

Les financements alloués par la FAPESP et le CNPq se retrouvent dans ce montant ?

Non. Les 2 milliards de reais sont les montants budgétaires que l'USP distribue pour ses diverses activités. Une part considérable sert à payer les techniciens, l'infrastructure de laboratoire, les travaux, l'eau, l'électricité, la parcelle de temps complet correspondant à l'activité de recherche... Tout est payé par l'université. Dans les universités américaines, ces financements sortent du *grant* du chercheur. Il utilise ses ressources financières pour payer les bourses, les techniciens, la facture de téléphone et les rénovations du laboratoire, tout. Il se trouve que l'utilisation de ces fonds est diverse. Nous offrons une infrastructure de base et une participation financière qui apparaît sur la fiche de paie et les personnes ne s'en aperçoivent pas. En outre, il y a l'argent de la FAPESP, distribué dans différentes propositions qui sont soumises à une évaluation externe où le mérite prédomine. Ceci introduit une composante de qualité pour la distribution du financement.

Comment est le programme de soutien à la recherche créé par la Direction de la Recherche ?

Dans deux appels d'offre interne, nous avons versé 73 millions de reais au cours de la première année de gestion en 2010/2011, et ensuite plus 73 millions de reais en 2011/2012. Pour cela nous avons invité les chercheurs à présenter des propositions de recherche qui seraient analysées selon le mérite, qui considèrent la formation d'un groupe pour une durée limité, et qui obligatoirement aient une connotation multidisciplinaire. Ils devaient également se focaliser sur un problème de société important, d'application immédiate ou d'analyse théorique. Ainsi, dans ces deux appels d'offre, nous avons sélectionné 43 projets au cours de la première année et 75 la deuxième, de telle manière que nous totalisons 118 noyaux ou centres de recherche. Nous les avons appelés NAP, Noyau de Soutien à la Recherche.

D'une certaine manière les NAPs se superposent avec les Cepid et les INCTs?

Vous parlez toujours avec le même individu. Il est vrai que l'idée pour que les personnes se réunissent autour d'un thème est apparue à partir de là. Je coordonne un Cepid depuis 2000. Quand je suis devenu président du CNPq, nous avons eu à nouveau l'idée d'essayer de faire quelque chose ayant cette même caractéristique. J'ai utilisé le modèle du Cepid et, dans ce qu'il était possible de faire à une échelle nationale, nous avons créé les INCTs, qui ont été et qui sont encore le plus grand programme de science et de technologie coordonné par le CNPq.

Les NAPs ont donc l'objectif clair de réunir davantage les chercheurs à l'université ?

Oui. Un soutien complémentaire est apporté par l'Agence USP de l'Innovation, aujourd'hui liée à la Direction de la Recherche. Elle a été entièrement reformulée et elle a la fonction importante de résoudre les problèmes des professeurs chercheurs liés, par exemple, à la rédaction des brevets, au traitement d'un point de vue légal, à la négociation avec les entreprises qui veulent autoriser les brevets, entre autres tâches. Aujourd'hui, les chercheurs reconnaissent que le panorama a changé. À tel point que l'USP est l'université brésilienne qui dépose le plus grand nombre de brevets auprès de l'INPI (Institut National de Brevet Industriel).

Cette donnée est intéressante car chaque fois que l'on parle de brevet d'universités, l'Unicamp se distingue.

Il y a une tradition, en fait l'Unicamp s'est organisée bien avant l'USP. Elle est hautement compétente dans ce domaine. De 2000 à 2006, l'USP déposait en moyenne 29 nouveaux brevets par an et est passée à 81 nouveaux brevets entre 2007 et 2011. Les données accumulées sur trois ans entre 2009 et 2011 représentent 231 brevets pour l'USP, 178 pour l'UFGM et 170 pour l'Unicamp. En outre, l'Agence d'Innovation a gagné d'autres fonctions. Elle agit, par exemple, de manière décisive dans le domaine éducatif. Si la principale contribution de l'université est l'éducation, nous allons également former des

personnes avec un esprit innovateur. Ce ne sont pas les brevets que les chercheurs déposent qui vont changer le panorama du pays. Ce qui peut le changer c'est former les jeunes qui vont sortir de l'université et faire avancer les choses. Nous avons créé cette année un cours d'entrepreneuriat suivi par 200 étudiants.

Vous disiez, en 2009, que les INCTs pourraient changer le modèle de production scientifique dans le pays. Nous y sommes presque arrivés ?

Je pense que la grandeur et une partie des objectifs ont été abandonnées. Aujourd'hui le projet national de sciences et de technologie est d'envoyer des étudiants à l'étranger. Quand nous avons créé les INCTs nous avions un programme qui

Quels sont les autres projets qui peuvent pousser les chercheurs de l'USP à se réunir davantage autour de l'université ?

Tout nouveau professeur recruté reçoit un financement pour pouvoir répondre à ses premiers besoins en tant que professeur, dès qu'il prouve qu'il a sollicité une demande d'aide à la recherche auprès de la FAPESP. Le succès de ce programme depuis 2010 est énorme car quand nous faisons les comptes de ce que nous avons investi et le retour de la recherche, c'est sept fois plus.

Nous allons aborder les classements. L'USP est en train de grimper dans tous les classements parce que l'université s'est améliorée ou parce qu'elle s'expose de manière plus efficace ?

Je pense que ce sont les deux choses.

Elle s'est améliorée sur certains aspects et dans d'autres elle a commencé à obtenir de meilleurs résultats. Il y a des classements extrêmement objectifs, qui ne dépendent pas d'un sondage d'opinion, comme Webometrics Ranking of World Universities. Ce classement mesure le trafic internet et la quantité de documents disponibles. Nous nous sommes énormément améliorés dans ce classement (l'USP se situe à la quinzième place). Ceci en partie grâce à une meilleure organisation de l'université et également par

le fait d'être plus connue ce qui augmente le trafic sur internet.

Et les autres classements ?

Les autres se basent sur la performance. Dans un classement important comme celui de Shanghai, qui donne une valeur plus importante à la recherche, nous voyons, en examinant les résultats, que l'USP a des résultats exceptionnellement bons. Cependant, ils utilisent des critères importants pour départager les premières places et dans lesquels nous n'avons pas de bonnes performances. Ils tiennent compte du nombre de vainqueurs de prix Nobel qui enseignent à l'université, du nombre d'anciens élèves ayant le prix Nobel et la médaille Fields etc. Ceci est important pour départager Cambridge, Harvard et MIT. À titre d'exemple, si une université mal classée recrute un prix Nobel, elle va grimper énormément dans le classement et cela peut

La recherche ne concerne pas seulement l'activité de laboratoire, mais toute l'activité créative

possédait un grand nombre de composantes, il n'était pas seulement bailleur de fonds, mais également planificateur et accompagnateur. Nous avons convaincu les FAPs (fondations de soutien à la recherche) à participer. La première à participer a été la FAPESP, et ensuite sont venues les autres. Nous avions un premier grand programme avec un unique objectif et duquel participait le CNPq, la Capes, les principales FAPs, Petrobras, le BNDES. Si ce programme avait suivi son cours initial, le rôle du Ministère des Sciences de la Technologie et de l'Innovation se serait développé, et non pas seulement comme bailleur de fonds. Il serait possible d'atteindre plus d'argent que ce que le ministère est capable de faire et de réunir tous les acteurs pour discuter et résoudre les différences, les contrepoids de plus grande influence de la région Sud-est par rapport au Nord et au Nordeste, et ainsi de suite.

provoquer un énorme déséquilibre. Est-ce que cela veut dire que l'université s'est beaucoup améliorée ? Non.

Et les classements d'opinions ?

Certains sont plus influençables par ce type de facteur, sans aucun doute. Pour évaluer la recherche, nous disposons de données, comme le nombre de travaux publiés, le nombre de citations et l'impact des revues. C'est un ensemble d'informations qui nous donne une idée de l'état de la recherche, du moins dans les domaines expérimentaux. D'autres instruments qui vont améliorer les évaluations sont apparus récemment. Il y a Google Scholar, qui tient beaucoup compte de l'impact des sciences sociales. Et on recourt parfois à l'opinion de spécialistes.

C'est seulement un autre critère...

Subjectif, mais c'est un critère. Le classement le plus valorisé, dont les résultats devraient être connus cette semaine, est celui du Times Higher Education, le THE. 30% du classement est un classement de prestige. C'est-à-dire qu'ils demandent à un grand nombre de personnes du monde entier de se prononcer sur différentes universités. Ceci pèse dans le classement final. Cet aspect est peut-être celui qui a le plus influencé le fait que l'USP ait été très visible ou exposée d'une meilleure manière. Ce que l'individu de Paris ou de Hong Kong pense de l'USP ou des autres universités peut être influencé par le fait de connaître des brésiliens, parce qu'il nous visite ou parce que les personnes d'ici sont allées visiter son université.

Ces opinions ont un impact dans le classement du THE?

Elles ont un impact très positif. Dans le classement de prestige que le THE a publié en début d'année, l'USP se situe parmi les 70 meilleures universités du monde. Ceci va certainement influencer le classement qui va sortir car il contient 70% d'évaluation objective, qui sont les indicateurs, et 30% d'opinion.

Qu'est-ce qui a été fait à l'USP en ce qui concerne la nécessité d'internationalisation de la recherche brésilienne ?

La manière d'avoir une internationalisation plus productive est d'établir des alliances avec un groupe sélectionné d'universités. Nous en choisissons certaines à la Direction de la Recherche et nous cherchons à réaliser des accords, des séminaires conjoints pour ensuite proposer des re-

cherches bilatérales. Nous sommes actuellement en train de conclure un accord avec l'Université de Toronto, au Canada, une des 15 ou 20 meilleures universités du monde, pour réaliser des conférences conjointes, et des appels d'offre pour la recherche en collaboration. Nous faisons la même chose avec d'autres universités importantes.

Nous allons maintenant passer à autre chose. Nous aimerais savoir ce qu'il en est de votre côté chercheur depuis que vous êtes devenus Directeur de la Recherche?

Il serait illusoire de penser que je puisse conserver le même type d'activité que j'avais au laboratoire quand je suis devenu président du CNPq, en 2007, et ensuite en assumant la Direction de la Recherche. Cette implication personnelle et intense au quotidien pour vérifier la méthode, examiner personnellement un résultat, refaire, monter des bancs d'expérimentation, cela je ne le fais plus. D'un autre côté, il y a un groupe de chercheurs qui travaillent avec moi depuis longtemps et avec qui j'ai des discussions pratiquement hebdomadaires.

Quel est, selon votre point de vue, votre plus grande contribution en matière de production de connaissance à l'USP?

Je diviserais ma contribution en trois périodes fondamentales. Dans la phase initiale, je suis allé à l'Université d'Oxford suivre un post-doctorat et je suis revenu, formé pour mener des recherches de base en biochimie sur les hémoglobines. À cette époque, j'ai travaillé avec le professeur David Weatherall, l'un des pionniers dans le domaine des hémoglobinopathies. Ayant exercé en tant que médecin dans le sud-est asiatique, il a vu un grand nombre d'enfants atteints de thalassémie, un type de maladie très spéciale et, en collaboration avec le biochimiste John Clegg, a mené des recherches sur le mécanisme de base de la maladie. Il y avait des évidences montrant que cette maladie était due à un déséquilibre dans la synthèse des deux chaînes d'hémoglobine, alpha et beta. Elles sont très similaires, synthétisées sous le contrôle de gènes différents. Chez l'individu normal, il y a un équilibre; deux alphas et deux betas forment une chaîne d'hémoglobine. Ils ont développé une méthode permettant de mesurer la synthèse de ces chaînes. Ils ont ainsi démontré que la thalassémie provient d'un déséquilibre. Quand je suis revenu au Brésil, je savais

que ces maladies étaient communes ici et j'ai commencé à les étudier. J'ai rencontré un grand nombre de patients et j'ai réussi à établir des méthodes de diagnostic et de traitement pour ces maladies.

Il n'y avait pas de traitement à cette époque ?

Il n'y en avait pas. C'était très désordonné, il n'y avait pas de protocoles de segmentation, de traitement... J'ai fini par m'engager non seulement dans la recherche mais aussi dans des activités d'organisation et de traitement. J'ai convaincu le Ministère de la Santé à établir un programme pour le traitement des patients souffrant d'anémie falciforme. Le programme existe encore de nos jours et a également évolué vers le diagnostic néonatal.

Ce fut une contribution tant en termes de recherche de base que d'interférence directe dans l'application.

Tout à fait. Il y avait une autre composante de ces maladies qui était la thalassémie, une maladie complexe en termes de traitement car le patient doit recevoir des transfusions sanguines régulières. Il faut qu'il y ait un local pour les recevoir et les suivre mensuellement. Une des complications est l'accumulation de fer dans l'organisme. À cette époque, pour éliminer cet élément, il n'y avait qu'un médicament qui était administré par injection, et une injection de longue durée. Pour cela on utilisait une pompe à perfusion, qui n'existe pas au Brésil et il n'y avait aucune manière de l'importer. Avec un collègue, Sébastião Ismael, nous avons fabriqué une de ces pompes du temps de l'Ibecc (Institut Brésilien d'Éducation, de Sciences et de Culture) avec Isaias Raw.

La prévalence de la thalassémie dans la population est moindre que l'anémie falciforme ?

Cela représente la moitié, plus ou moins. La forme la plus grave d'anémie falciforme est due à l'homozygote du gène de l'hémoglobine S. La prévalence de l'hétérozygote touche plus ou moins 2 % de la population dans l'état de São Paulo (ceci varie d'un endroit à l'autre du pays car cette maladie a été apportée par le trafic d'esclaves). La fréquence est plus élevée dans les populations ayant un plus grand indice de gènes africains. La thalassémie est un autre type de modification du même gène beta qui quand l'individu est homozygote il a une maladie très grave.

Cette mutation est venue des régions méditerranéennes principalement d'Italie, Portugal, Espagne et un peu du Liban.

Ce furent ces études qui vous ont amené à un autre champ de la recherche, la génétique des populations ?

Tout à fait. Le monde a changé, tout le monde s'est mis à étudier l'ADN. Mon groupe a commencé à examiner dans les années 80, à Ribeirão Preto, l'ADN lié à certaines maladies et ensuite à la génétique populationnelle. Notre première étude s'est concentrée sur le gène de l'anémie falciforme (beta S). Dans des régions proches du gène, il y a des éléments que nous appelons polymorphismes, qui définissent les haplotypes. Dans le gène de l'anémie, conformément à l'endroit en Afrique, le gène beta S est toujours le même, mais l'haplotype auquel il est associé est différent. Quand nous examinons les noirs dans la population brésilienne qui souffrent d'anémie falciforme, nous observons le gène qui l'entoure. Ainsi il est possible de connaître la région africaine d'origine des ancêtres et recomposer l'historique de la traite des esclaves vers le Brésil. Une fois fait, nous avons eu une surprise. Le modèle des africains qui ont été emmenés au Brésil est très différents de ceux qui ont été emmenés aux États-Unis. Nous avons été les premiers à le démontrer.

Et c'est ce travail qui indique de quelles régions d'Afrique ils venaient ?

Oui. Environ 60 % venaient des régions avec un haplotype bantou, c'est à dire, du Mozambique, de la République Centrafricaine, d'Angola, du sud de l'Afrique. 30 % à 35 % venaient de la région du Bénin. 1 % à 2 % venaient de la région de Gambie et du Sénégal. Aux États-Unis, environ 60 % venaient du Bénin, 15 % du Sénégal et 15 % de Gambie. Après avoir fait cette étude, j'ai trouvé un livre qui s'appelle *The atlantic slave traffic*, de Philip Curtin, qui en travaillant sur des documents primaires provenant des ports de départ et d'arrivée, montre des chiffres exactement identiques aux nôtres.

Votre troisième phase en termes de contribution concerne la génomique ?

Oui, à cette époque j'étais déjà éloigné de la médecine proprement dite. J'avais

un groupe qui s'occupait de questions de génétique moléculaire et de génétique populationnelle, quand a commencé le séquençage de la bactérie *Xylella fastidiosa*, en 1998, une étape importante pour la science brésilienne.

Votre laboratoire dominait cette technologie ?

Oui, mais le fait que programme génome mette l'accent sur ce travail nous a beaucoup aidé. Après la *Xylella* nous avons continué avec le génome du cancer avec Ricardo Brentani, de l'Hôpital du Cancer, et avec Andrew Simpson, de l'Institut Ludwig. C'est à ce moment là qu'à surgit l'opportunité de nous organiser autour d'un Cepid, en 2000, et nous avons décidé d'investir dans la thérapie cellulaire et dans les cellules souches avec succès. Nous avons avancé sur des points encore inconnus à l'époque. Les cellules mésenchymes, par exemple, étaient vues comme étant exclusive de la

très différentes ont un modèle et des propriétés très similaires aux péricytes et aux fibroblastes.

Vous avez vécu cette phase d'euphorie de la génomique et vous vivez cette phase actuelle où il est clair qu'il y a un long chemin à parcourir. Comment voyez-vous cette question aujourd'hui ?

En sciences c'est toujours comme ça. J'ai écrit un livre avec Dimas Covas appelé *cellules souches, la nouvelle frontière de la médecine*, sur la thérapie cellulaire. Dans la préface je déclare que l'enthousiasme exagéré, en grande partie gonflé par la presse, se répète souvent. J'alertais sur le fait qu'il y avait à ce moment là, en 2006, une attente qui était absolument irréelle par rapport aux cellules souches, comme si cela allait sauver l'humanité dans les prochains jours. La technique de production des lignées de cellules souches embryonnaire est très compliquée. Ce fut la même chose avec la génomique. Il est actuellement difficile de voir un travail de biologie cellulaire moléculaire qui n'implique pas le séquençage de gènes. De là à penser que cela va résoudre toute la question de la connaissance relative à la biologie serait d'une grande naïveté.

Mais il y a eu des avancées.

L'histoire montre qu'aucun thème de la science ne se résout avec une technique ou une seule découverte. Nous avons fait un pas sup-

plémentaire et nous avons amélioré la connaissance. Aujourd'hui nous avons déjà un médicament vendu en pharmacie qui a été développé car on a pris le gène d'une néoplasie, on l'a séquencé et on a découvert qu'il s'agissait d'un gène hybride qui modifiait la synthèse d'une protéine déterminée. L'industrie pharmaceutique a produit ainsi un inhibiteur qui est administré par voie orale et qui empêche le fonctionnement du gène, améliorant ainsi la santé de l'individu. Oui, la génomique produit donc des effets et va continuer à en produire. Il se peut que le fléau de l'*amarelhinho* (petit-jaune, maladie des agrumes) causé par *Xylella*, n'ait pas été résolu, mais c'est une chose moindre par rapport aux bénéfices que nous avons déjà obtenus. ■

Les performances de l'USP sont exceptionnelles selon les résultats du classement de Shanghai

moelle osseuse. C'est nous qui avons démontré qu'elles existaient dans la veine ombilicale, dans l'artère saphène, et ensuite nous avons décrit qu'elles existaient dans pratiquement tous les tissus adultes et foetaux, car c'est une cellule qui est présente sur la partie extérieure des petits vaisseaux, appelés péricytes. Notre contribution a été importante pour ce type de connaissance.

C'est votre travail le plus cité ?

Le plus cité c'est celui du séquençage de *Xylella*, avec plus de cent auteurs. Le deuxième est la première analyse faite au monde sur le modèle d'expression génique des cellules mésenchymes, en 2003. Et le troisième, c'est celui qui démontre que les cellules mésenchymes obtenues de sources