



Integration en Europe des résultats en génétique humaine obtenus par des espagnols aux États-Unis : une perspective historique.

Emilia Currás

Universidad Autónoma de Madrid

emilia.curras@uam.es

Enrique Wulff Barreiro

Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Cádiz (Spain).

enrique.wulff@icman.csic.es

RESUMÉ

La mobilité des biochimistes espagnols dès l'Europe envers les États Unis, au cours de 80 années (1927-2006), est abordée en perspective historique. La communauté des spécialistes en génétique humaine, a récompensé cette communauté espagnole déplacée avec des prix comme le Nobel, ou d'autres honneurs accordés par des Fondations Européennes. Une opportunité pour faire intelligence de cette histoire extraordinairement satisfaisante, celle d'une petite communauté européenne outre-Atlantique, est offerte par la méthodologie de l'intégration verticale / horizontale. Pour ressortir avec une idée d'ensemble la théorie des systèmes est prise en tant que référence continue. L'essai et l'usage de cette histoire à caractère holistique, celle de la circulation de la connaissance produite à propos du cancer, a fait l'objet d'une analyse en dépendance du temps en mettant en oeuvre l'historiographie algorithmique.

Francisco Duran Reynals et Severo Ochoa ont été sélectionnés comme exemples d'intégration verticale. Le premier pour avoir dirigé le travail d'une importante collaboratrice, son épouse; et l'autre, à cause de la génération à partir de son travail d'une école de recherche spécifiquement espagnole en Amérique. La simultanéité à la Columbia University de différents jeunes scientifiques espagnols (Mariano Barbacid, Manuel Perucho et Ángel Pellicer), exprime le design de l'intégration horizontale. Et une holon-hiérarchie est construite pour refléter les critères de subsidiarité et acceptabilité. Sur la base des découvertes et contributions espagnoles à propos de la recherche sur le cancer.

Les flux de la connaissance transatlantique générés par l'élite des biochimistes espagnols aux États Unis à partir de 1927, ont défini un réseau de déplacements géographiques. La structure sociale visualise ainsi l'identité de la mobilité internationale des scientifiques qui vont de l'Espagne en Europe / USA et son retour en Espagne. Il est développé un modèle de drainage professionnel vers les États Unis, qui retient 80% des chercheurs sur le cancer.

PREÁMBULE

Le peu d'intérêt montré par les scientifiques espagnols par l'accès à la scène étrangère afin de faire de la recherche dans n'importe quelle branche de la connaissance humaine, est un fait bien connu. Dans certaines périodes historiques, les chercheurs espagnols, et les scientifiques en général, semblent avoir senti un certain complexe d'infériorité devant leurs compagnons d'autres pays étrangers. Se remettant aux données, référées sur plusieurs documents spécialisés, les pays européens ont été ceux devant lesquels ils ont senti un plus grand degré d'infériorité. Ces pays étaient les pays Scandinaves, l'Allemagne et la France. Un tel sentiment de méfiance avec eux-mêmes a même laissé attribuer aux scientifiques étrangers, les inventions et les découvertes que leurs propres ressortissants ont effectuées. Le cas le plus choquant est celui des frères Elhuyar, découvreurs des métaux Tungstène et Césium, que ont été attribués à des scientifiques scandinaves.

Le fait que la science et la technique n'apparaissent pas comme des éléments fondamentaux dans le développement de la Science en Espagne, est dû, peut-être, à son petit niveau économique, au cours de certaines périodes historiques, pour les actionner au niveau commercial international. Ce qui cela veut dire est que, bien qu'un Espagnol puisse être le découvreur d'une invention, face à l'opinion publique un Étranger apparaît, comme le propriétaire de une telle invention. Mentionnons, comme exemple approprié, le cas de l'autogire, inventé par Juan de la Cierva. Aujourd'hui ce s'appelle l'hélicoptère et apparaît comme invention nord-américaine. Bien qu'il soit également vrai que, l'hélicoptère montre certaines modifications améliorant l'autogire.

Ce que nous avançons, a eu lieu principalement pendant les siècles XVIII et XIX. Dans le siècle XX, principalement après la deuxième guerre mondiale, et l'incorporation de l'Espagne en association avec des pays d'un certain niveau de développement, les scientifiques espagnols ont senti l'inquiétude d'apparaître au ranking mondial, ce qui s'est obtenu, petit à petit. Maintenant, les causes derrière l'absence d'une incorporation si désirée, sont d'une nature différente. Ici, est en jeu le niveau économique. Néanmoins, nous ne devons pas être si pessimistes. Nous avons en Espagne, et vous les historiens de la Science devez en connaître de surcroît, quelques excellents investigateurs, qui ont fait des travaux de recherche dans les pays étrangers. Mentionnons comme des exemples : Santiago Ramon y Cajal - Prix Nobel -, Julio Palacios, Blas Cabrera, Emilio Jimeno, Augusto Pérez-Victoria..., tous ces scientifiques sont revenus en Espagne, où ils ont suivi leurs lignes de recherche et ont créé leurs écoles.

Plus tard, après la publication de l'accord par lequel chaque étudiant qui a atteint le degré de docteur a dû effectuer deux ans d'études à l'étranger, les Espagnols qui ont passé par des Universités de différents pays, afin de réaliser des travaux de recherche, ont été nombreux. Certains, entre les chercheurs historiques et actuels, sont restés dans leurs pays d'accueil, en raison des motivations professionnelles de prestige ou bien par des raisons économiques. En Espagne, il n'est pas encore facile de trouver un travail satisfaisant, cela dépend de l'individu.

Pour ne pas rendre cette communication trop longue, son étude a été concentrée seulement sur ceux qui, principalement, ont consacré leurs investigations à la génétique humaine, et plus particulièrement aux études du cancer.

PARTIE I. Intégration verticale et intégration horizontale des résultats de la génétique humaine obtenus par des espagnols aux Etats-Unis.

Introduction. –

Le concept de la discipline peut être défini par les structures de communication établies entre les scientifiques dans le contexte de la théorie de systèmes (**Stichweb R, 2000**). D'autre part nous avançons que la génétique humaine semble importante pour l'histoire de l'espèce humaine, parce que à l'intérieur des protéines ou des acides nucléiques "il existe plus d'histoire préservée que dans n'importe quel autre niveau d'interaction biologique" (**Zuckerlandl E et Pauling L, 1965**). Sa recherche est orientée vers les objectifs pratiques, la plupart du temps à l'intérieur du domaine de médecine (**Hohlfeld R, 1983**). La clarification de son structure scientifique interne exige ainsi la solution des problèmes théoriques associés à son dynamique de l'information. Ces problèmes sont conformés à l'intégration des sous-ensembles à l'intérieur d'un système général, comme le corps humain et ses mécanismes de règlement et de coordination. Ainsi la propension du cancer de se comporter comme une maladie systémique au moment du diagnostic. La convergence orientée au problème de la médecine et la génétique humaine en font un champ dirigé. Bien que l'identification de la recherche, dans les avantgardes de l'innovation, considère comme condition préalable leurs ruptures intrinsèques.

L'idée de examiner l'intégration en Europe des résultats espagnols dans la génétique humaine aux Etats-Unis active les aspects systémiques de la maladie dans les êtres humains. Beaucoup de gens soulignent le fait que les maladies chroniques sont des maladies du système (**Hohlfeld R, 1983**). L'intégration de l'événement moléculaire au sujet de la transformation maligne des cellules, sa genèse et sa dispersion à l'intérieur de l'organisme dépend de l'interaction des diverses sous-ensembles biologiques (**Kohler RE, 1973**) (**Dulbecco R, 1976**) (**Stoker M, 1975**). Pour concilier le réductionnisme moléculaire d'approche (**Anom, 1974**), le point de vue après quoi l'explication des processus complexes est situé aux niveaux plus bas de l'organisation, un holism avec ses propres méthodes et les techniques est utile (**Allen GE, 2004**). Dans le contexte de la recherche sur le cancer, la recherche (chimique et réductionniste) de la base moléculaire de l'induction du cancer est synthétisée avec la vision holistique de la relation intime entre la forme et la fonction en physiologie (**Shimkin MB, 1974**) (**Meyer SC, 2004**) (**Marra G & Boland R, 1995**).

Dès la perspective de l'information, il est clair que la recherche peut être tracée d'un stratus vertical à un autre, et par les différents espaces conceptuels des stratus horizontaux (**Currás E, 2002**). Puisque l'information est non seulement le principe autour duquel l'univers organise des lois, mais également le principe autour duquel les systèmes s'organisent à l'intérieur des lois (**Goranson T, 1998**).

L'orientation vers le problème typique de la génétique humaine est étroitement liée à l'intégration verticale. Autrement le travail empirique dans la frontière entre les strates horizontales diverses a comme conséquence l'occurrence de nouvelles disciplines, comme la biochimie ou l'oncologie moléculaire (**Kiselev FL, 1990**). La recherche sur le cancer embrasse les deux flux de l'information (**Malecki I & Olszewski E, 1980**). En constatant qu'on n'est pas ici vis à vis d'un progrès linéal,

produit par un procédé cumulatif de résultats, le temps n'est pas homogène, est-ce à dire le dernier moment ne serait pas de préférence parce qu'il contiendrait tous les antérieurs. La dialectique intégration horizontale / verticale devient adéquate en ce qu'elle a de progrès non linéaire (**Currás E, 1988**) sur la base perpétuelle du va-et-vient de la discussion. La mobilité et le transfert des scientifiques a un certain avantage pour le pays original quand les migrants sont convaincus de communiquer avec leurs collègues "à la maison" (**Price DJS, 1965**) (**Dedijer S, 1964**) (**Gish O et Wilson JA, 1970**). L'histoire de cette mobilité sera là où la dialectique intégration horizontale / verticale fonctionne comme méthode de recherche (**Aubenque P, 1972**).

Le combat du cancer est un clair problème pratique bien qu'aucun programme de recherche théorique n'existe basé là-dessus. Quand le facteur d'intégration est le thème de la recherche, le critère de visibilité est vertical. Néanmoins, quand les instruments ou les méthodes communs sont le régulateur de l'intégration, les principes d'organisation en usage sont horizontaux (**Malecki I & Olszewski E, 1980**). La différenciation des espaces conceptuels entre les niveaux verticaux et horizontaux n'est pas une ligne simple mais une enveloppe circulaire.

La fuite des cerveaux de l'Europe aux États-Unis (**Larraga VE, 2003**) disloque les efforts locaux et permet le lancement de nouvelles spécialités. En considérant les implications, cette interaction dialectique est développée par des programmes de recherche à caractère interne (théorie fondamentale) vs. externe (à but pratique, comme la cancer) (**Hohlfeld R, 1983**), des stratégies de recherche déterminées par des objectifs pratiques ou par des résultats théoriques, l'approche des problèmes centripètes ou centrifuges (**Malecki I & Olszewski E, 1980**), et les principes verticaux/horizontaux autour desquels est organisée l'intégration de la recherche.

Les réquisits de la conceptualisation holistique de la croissance cellulaire comportent un rapport hiérarchique entre la recherche en biologie cellulaire basique et la recherche sur le cancer. Une intégration verticale entre l'étude des étapes perturbées de la différenciation cellulaire et le comportement normal est ici débâcle. De par son interprétation en termes de génétique moléculaire, l'induction des tumeurs est un sujet spécial propre à la régulation de la croissance cellulaire (**Witkowski JA, 1986**).

En outre la biologie du développement moléculaire explique les cellules du cancer comme un phénomène de perte d'information cellulaire, si elle inclut les mécanismes mutagéniques (**Hohlfeld R, 1983**). Le programme de la biologie moléculaire des processus de développement est l'interaction entre les facteurs épigénétiques et génétiques afin d'expliquer la cascade de l'expression génétique. L'ouverture verticale (**Bonsack F, 1990**) sert à interpréter les cellules de cancer comme perte de contenu de l'information ou comme perturbation de la spécificité biochimique (**Smith TF & Waterman MS, 1981**).

La sphère de l'intégration interdisciplinaire (**Braun T & Schubert A, 2003**) impose une recherche des méthodes et de l'information en provenance de champs divers, moyennant les implications pour la description et sur le domaine de la compréhension. Une des disciplines peut mener au niveau de frontière et être un complément à la contribution de l'autre. Ou bien l'implication d'un des champs peut se situer en ce qu'il peut servir comme méthode de l'autre. Ce flux horizontal peut faire convenir distincts champs de recherche fondamentale. Les porteurs de l'information

génétique dans l'interaction systémique des cellules procariotes et eucariotes se produisent dans ce niveau d'abstraction (**Hohlfeld R, 1983**). Et la biologie cellulaire et les contributions de la biologie du développement sont également appropriées pour la recherche dans la génétique moléculaire comme confirme l'histoire des théories sur le cancer.

Les fortes non-linéarités, la structure dispersive (**Currás E, 1988**), de plusieurs des interdépendances propres aux composantes disciplinaires dans la recherche sur le cancer, misent sur la qualité d'une approche unifiée. Il semble recommandable un fondement continu et homogène pour les 230 années qui se sont écoulées dès l'identification initiale de la lésion tumorale par Percival Pott, d'après les effets de la sueur sur la peau (**Pellicer A, 2005**) (**Rodríguez Ocaña E, 2005**). L'expérience de la Société Espagnole de Biochimie et Biologie Moléculaire (SEBBM) est importante comme modèle d'organisation pour beaucoup des experts relevant dès 1963 (**Triolo VA & Riegel IL, 1961**). L'éthos en la fondation de ce groupe espagnol de biochimistes aux États-Unis (**Casey T et al, 2001**) semble même avoir un écho actuel dans les groupes nationaux de recherche biochimique en Espagne. Mais il existe une différence, alors que de nos jours l'emphase est dans l'attractivité des établissements, le domaine de la recherche locale espagnole dès années '20 à l'intégration dans l'Europe, en 1986, est basé sur l'attraction de l'individu (**Bourret P, 2006**).

INTÉGRATION VERTICALE - INTÉGRATION HORIZONTALE

L'étude du développement de la science, en soi, et dans une large perspective, exige un attachement spécial et une méthodologie adéquate. Il semble que l'intégration verticale de la science (**Currás E, 2001**), ainsi que son catalogage horizontal, peuvent être des méthodes convenables.

Voyons :

En science doivent être considérés les aspects suivants :

La Science, divisée dans : science basique, ou "pure", la science appliquée et la science orientée vers le développement, ce que par voie de conséquence donnera lieu à : une recherche fondamentale, une recherche pratique et une recherche socioéconomique.

Envisageant la science comme une science unique – science unité - une liaison entre les trois types de science, comme sont approchés ici, pourrait être établie du point de vue de l'intégration verticale (**Currás E, 2001**). Cela signifie que trois colonnes devraient être construites, chacune constituée par chacune des divisions établies, de telle manière que si la science fondamentale se modifie la recherche fondamentale se modifie tout aussi bien. Avec les deux autres colonnes cela se produirait tout aussi bien.

À son tour, la science fondamentale influence la science appliquée, et, donc, sur la science orientée au développement. Par conséquent, un réseau des interactions conjointes et mutuelles est établi à étudier seulement dès la Science Systémique, ou Théorie de Systèmes. (**Atlan H, 1992**) (**Bertalanffy L von, 1934**)

En outre l'intégration horizontale de la science peut être appliquée à cette division particulière de la science exécutée par les chercheurs espagnols, en vue de son développement. Dans ce cas-ci, des couches superposées seraient considérées, de position variable dans ses strates, ce qui signifie que, une fois la science fondamentale serait dans la section supérieure, et en d'autres occasions chacune des autres divisions occuperaient cette zone supérieure.

Maintenant, les rapports entre ces divisions s'appliquent dans le sens horizontal et, aussi, dans le sens diagonal, ce que suppose un retentissement des possibles modifications des unes dans les autres. Les modèles systémiques de la science doivent également être appliqués ici, pour réaliser un étude en détail de l'ensemble complet, et de chacune de ses parties.

APPLICATION À NOTRE ÉTUDE DE CAS

En suivant l'énoncé de notre communication, notre étude de cas fait référence aux scientifiques espagnols, ayant sortis à l'étranger, où ils ont exécuté leurs recherches. Cet étude fixe l'attention sur ceux qui se sont dirigés vers les États-Unis. En outre, entre eux ont été choisis les chercheurs du cancer, dans leurs différents variantes et singularités.

Les trois suivantes catégories ont été établies : ceux qui se sont déplacés là et qu'y sont restés; b - ceux qui se sont déplacés par leur souhait d'innover, qui dans leur majorité sont revenus en Espagne ; c - ceux qu'y sont allés à l'étranger afin d'étudier leur "post-doc", lesquels dans leur majorité ne sont pas encore retournés. Ils sont toujours jeunes.

Et en choisissant un groupe de 40 chercheurs, celui-ci a été catalogué à son tour en 1. - Précurseurs ; 2. - Fondateurs ; 3. - Ceux qui dirigent (ou ont dirigé) des laboratoires aux États-Unis ; 4. - Chercheurs en période d'études post-doc. Au Tableau I, ci-joint, sont présentés les chercheurs espagnols, distribués d'après ce critères divisionnaires, comme formulés par Ángel Pellicer, New York University School of Medicine (**Pellicer A, 2005**).

Quand la Table I est étudiée avec détail, on peut observer une décomposition possible en 4 colonnes ; des colonnes sur lesquelles une intégration verticale peut être établie, avec également l'établissement des liens entre elles. Il n'existe aucune doute sur l'influence mutuelle entre les colonnes de chercheurs. Tenant compte que ces colonnes surgissent par suite de l'écoulement du temps, ce qui est confirmé avec précision, par les propres divisions établies, une conséquence du temps. Les précurseurs ont précédés chronologiquement, aux fondateurs et ces derniers, à leur tour, précèdent à ceux qui dirigent des laboratoires. Naturellement, ces derniers sont dans le sens chronologique antérieures aux chercheurs post-doc. Par conséquence, dans cette tentative d'établir une intégration verticale entre les colonnes établies, une intégration de majeur à mineur doit être considérée, ce qui suppose l'introduction du facteur temps; le temps qui doit impliquer un mouvement de l'ancien au moderne.

En ce qui concerne l'influence scientifique, il est hors de doute que les chercheurs qui sont allés aux États-Unis dans les périodes initiales ont influencé ceux qu'y sont allés après. D'aucuns ont été les modèles à suivre, et d'autres sont leurs maîtres, des directeurs des travaux scientifiques, ou des collaborateurs importants.

Ce qui a été référé implique l'établissement des rapports verticaux, entre les scientifiques espagnols qui ont effectué leur recherche aux États-Unis. Logiquement, pas tous les scientifiques antérieurs dans le temps, ont eu de l'influence sur tous les scientifiques chronologiquement postérieurs. Une étude des cas un par un devrait être réalisée. Peut-être, pourrait-on citer quelques exemples d'influence directe, comme Maria Luisa de Ayala, qui a suivi les lignes de recherches de son mari Francisco Duran Reynals*. Un cas très exceptionnel est Severo Ochoa - le prix Nobel 1959 - qui a établi une école et a été le maître de beaucoup de chercheurs espagnols, de nos jours de réputation internationale, comme Margarita Salas et Santiago Grisolía.

Si on souhaite établir les rapports collatéraux de influence de chaque groupe en autre, ou d'autres, une intégration horizontale entre les groupes constitués devrait être en appel. Il semble compréhensible d'est-ce que les inter-rérelations horizontales doivent révéler une interaction mutuelle et réciproque, c'est-à-dire, les influences portent une flèche marquant deux directions. En effet, aux prises avec les cas pratiques, on sait que quelques scientifiques espagnols ont coïncidé dans le temps au même laboratoire, ou à la même université et qu'ils y ont travaillé dans des sujets rapprochés, se faisant des consultations mutuelles et se mettant en discussion et débat sur les résultats obtenus. Des exemples importants sont ceux de Mariano Barbacid et de Ángel Pellicer en 1979, aux États-Unis (Columbia University). Tout aussi bien Manuel Perucho a coïncidé avec Mariano Barbacid à l'Université de Columbia en 1979.

Quand l'intégration verticale des interdépendances est appliqué aux scientifiques espagnols, et quand l'intégration horizontale est mise en action, on peut conclure des résultats positifs sur la base des recherches effectués. Dans le cas des études de cancer, entre beaucoup d'autres, on ne doit pas oublier Joan Massagué, qui a étudié les mécanismes moléculaires de l'inhibition ou de la stimulation de la croissance des cellules et qui a réussi à être élu en tant que membre de l'Académie Nationale des Sciences des États-Unis en 2001. Également mentionné doit être Carlos Cordón-Cardo par ses études de pathologie moléculaire qui résultent en l'étude moléculaire du cancer de vessie urinaire. Il faut noter que ce sont des exemples extraits à partir des cas différents et nombreux. La table II reflète les recherches effectués et les résultats obtenus. (Casacuberta D & Estany A, 2003) (Morange M, 1997) (Pellicer A, 2004) (Wulff E, 1996a)(Wulff E, 1996b)

IMPLICATIONS DE LA SCIENCE SYSTÉMIQUE

L'étude des interdépendances entre les scientifiques espagnols ont été présentées en considérant, d'un côté, l'intégration verticale entre eux, et de l'autre côté en appliquant les principes de l'intégration horizontale également entre eux. Mais rien n'a été dit sur la façon dont ces interdépendances doivent être établies et comment procéder

* Voir: http://www.cat-science.com/admin/articles/pdf_990101/07_Virus_and_Cancer.pdf

avec elles. La Science Systémique, basée sur la Théorie des Systèmes joue son rôle ici, à laquelle s'ajoute un plus grand degré de complexité, lorsque s'adjoint à la Théorie un caractère manifestement scientifique.

Dans le but de ne pas rendre complexe cette communication, ni de l'élargir, et en supposant que les principes de la Science Systémique sont bien connus, ici on postule que la Science Systémique implique une relation mutuelle et pluridirectionnelle de tous ses composants. D'abord, doit être construit le système de référence, et le premier holon doit être établi, c'est à dire, la première pierre ou élément angulaire qui formera le système. Dans le cas de cette communication, ce holon est fixé dans un scientifique espagnol, le prix Nobel Severo Ochoa. Étant donné que différents groupes de scientifiques ont été établis, nous construisons autant de systèmes que groupes se sont constitués (les dones ne se montrent pas; avec le logiciel HistCiteTM). Et puis par les interactions, les vecteurs, les flux et les ré-flux qui influencent le système, son évolution peut être étudiée et une holohierarchie est obtenue en conséquence, qui est présenté sur la Figure 4. Chez elle les rapports de concordance sont garantis par l'autonomie et les possibilités de Severo Ochoa, qui emploie, avec de l'autonomie, ses possibilités exécutives présentant à l'Académie Nacional des Sciences des États-Unis par des articles écrits par des auteurs dans les holons aux niveaux 3 et 4 (ainsi deux articles, par Santos et Barbacid en 1983, et par Perucho en 1985) et en écrivant en coauterie avec des auteurs du holon au deuxième niveau (8 articles avec M. Salas entre 1965 et 1967). Par conséquent, l'acceptabilité des résultats à l'intérieur des 4 niveaux holohierarchiques, qui exprime les possibilités pour l'action coordonnée et l'accord mutuel, développe la définition du holon en termes d'autonomie et de capacité à coopérer. Les trois intégrants du deuxième holon ont été formés dans le laboratoire d'Ochoa, les cinq du troisième holon dans le labo de Salas, et les trois du holon quatre ont été formés au labo de Barbacid. Le critère d'attachement entre les holons aux différents niveaux serait, ainsi, l'acceptabilité des résultats.

Les résultats des recherches réalisés par les scientifiques espagnols ayant développé leur travail scientifique aux États-Unis, sur des sujets en référence au cancer sont exposés dans la Table II. Logiquement, la Table II ne peut pas être exhaustive, si non par une autre raison, par la manque de dones à son tour exhaustifs. Néanmoins cela montre l'efficacité des scientifiques espagnols, dans leur sorties aux États-Unis, ce qui ne semble pas être sans importance.

Partie II. Flux transatlantiques de la connaissance : évidence à partir des citations

Introduction. –

La croissance triomphante de la science américaine après 1940 s'est considérablement accéléré par l'importation des scientifiques en provenance de l'Europe. L'histoire de l'émigration de l'élite espagnole en biochimie vers les Etats-Unis débute en 1927 par le déplacement de Francisco Duran Reynals dès l'Institut Pasteur (Paris) à l'Institut Rockefeller de New York. Et elle devient distincte dès l'arrivée en 1941 de Severo Ochoa à l'École de Médecine de l'Université de Washington en procédence du Laboratoire de Biologie Marine de Plymouth. Sans le pouvoir d'attraction de ces personnalités précurseurs la sortie directe de l'Espagne de tous les autres biochimistes fondateurs et des développeurs de l'élite espagnole des chercheurs de cancer ne peut pas être expliquée (voir la Table I et la Figure 6).

L'histoire du bastion espagnol des biochimistes dans le pays avec le plus grand développement scientifique est celle même que définit la circulation de la connaissance qu'il produit. Et c'est l'histoire de la stratification de cette communauté, l'histoire de sa structure sociale (**Cole JR & Cole S, 1973**). Pour les buts de cette communication nous définissons "la structure sociale" comme les liens forts qui sont créés au long de la carrière de recherche (obtention du doctorat (et de la Licence), options post-doctorales) et au cours de la dynamique de mobilité (sortie de l'Espagne vers l'Europe / les États-Unis, et retour vers l'Espagne). La Figure 6 montre le réseau des déplacements géographiques, une image générale de cette structure sociale.

Bien que, de temps en temps, les scientifiques "plus âgés" n'aient pas leur publications initiales dans les bases de données, l'obtention de leur C.V. par l'Internet n'est pas toujours disponible. C'est pourquoi, au premier chef, il semble adéquat pour identifier la mobilité internationale d'un scientifique l'emploi des méthodes de bibliométrie (**Laudel G, 2003**) (**Pierson AS & Cotgreave P, 2000**). La Table III présente les données de citation pour l'univers complet des 40 scientifiques d'élite que nous étudions.

Deux contributions récentes (**Pellicer A, 2005**)(**Pellicer A, 2004**) mettent en relief des biochimistes espagnols qui se sont déplacés aux États-Unis pour suivre leurs cours universitaires là-bas. Le premier a été Marino Martínez Carrión en 1959. Les Docteurs par les universités de Bolonia (1987) et d'Heidelberg (1995) vont émigrer tout aussi bien aux États-Unis après l'intégration européenne de l'Espagne (1986).

Commençons notre analyse par la question : qui exactement ont été l'élite espagnole des biochimistes aux Etats-Unis le long des 80 dernières années (1927-2006) ?, quelle a été la circulation de la connaissance qu'ils ont produit sur le cancer ? Dans ce cas historique particulier nous avons établi notre travail à partir de la récente contribution parue au sujet de l'histoire de la SEBBM (**Pellicer A, 2005**). Il s'agit d'une description prosopographique écrite avec une connaissance étroite des fondements du réseau espagnol des biochimistes aux États-Unis. Un ensemble de 40 biographies a été codifié en faisant usage d'une typologie de quatre relations : (a) un

type de relation de déclenchement - les précurseurs (quatre biographies) ; (b) un type de relation de base - les fondateurs (cinq biographies) ; (c) un type de relation "politique" - la direction d'un laboratoire aux États-Unis (vingt biographies) ; (d) un type de relation en "développement", pour les jeunes qui sont à une étape initiale de sa carrière aux États-Unis (9 biographies).

Évidences quantitatives. –

Les travaux des 40 biochimistes (voir la Table I) ayant émigré de l'Espagne aux États-Unis ont été 7187, dans une période de 1927 à 2006. Il s'agit de trajectoires professionnelles complètes quant à produire des publications citables. Le meilleur modèle pour atteindre la base historique de cette documentation de metre de l'ordre les citations, que chaque article reçoit, en disposant les plus récentes en premier lieu. Comme méthode d'étude à long terme (**Trist E, 1973**) cette forme de mettre en avant l'utilité la plus récente de l'information stockée dans la bibliothèque des savants émigrants espagnols, offre une plus grande base pour la vision rétrospective. Une prolongation du présent afin de détecter les racines dans le passé.

194131 citations peuvent être assignées à ces 40 biographies, exécutées par un ensemble total de 70711 auteurs, entre 1927 et 2006. Le nombre moyen de citations (voir la Table III) par membre du groupe I (les précurseurs, dont les dates d'entrée aux États-Unis vont de 1927 à 1953) a été de 725, et la médiane de 1173. Dans le groupe II, les fondateurs (1945-1959), la moyenne a été de 1812, et la médiane de 2275. Dans le groupe III, directeurs de laboratoire (1971-1993), les valeurs ont été de 1999.7 pour la moyenne et de 2429 pour la médiane. Enfin, pour le groupe IV de scientifiques dans la phase initiale (1988-1996), la moyenne a été de 1829, et la médiane de 1659.

Quoique le nombre des journaux en biochimie et le nombre des biochimistes a augmenté rapidement entre 1945 et 1988, quand les auteurs sont considérés à travers les citations, la moyenne assignée à chacun se maintient presque inaltérable. L'association est significative pour les groupes II, III et IV, avec $F = 69$. Ces trois intervalles adjacents dans le temps (1945-1959), (1971-1993), (1988-1996) se ressemblent. La prolixité constante dans la publication et dans la reconnaissance par les citations reflète le stimulus stable à la recherche et à la publication des universités nord-américaines.

Une différence substantielle existe avec la période initiale (1927-1953), parce que quant aux quatre groupes $F=0.2$. Les spécialistes précurseurs espagnols en biochimie aux États-Unis sont nés entre 1899 et 1911 (voir la Figure 5). La frontière de production, celle définie par une ligne d'ajustement, met en évidence deux des précurseurs comme hors-de-série (outliers) sur le côté droit du graphique. Un d'eux (Grande Covián) a été politiquement puni jusqu'en 1950, et ceci a été le motif de l'effet d'isolement qu'il produit dans le secteur inférieur du schéma 5 (**Llavona R & Bandrés J, 2003**) l'autre, le prix Nobel Severo Ochoa, apparaît dans la zone supérieure droite. Et l'intensité de son contribution intellectuelle en termes de citations ainsi que sa tendance plus lente à la dépréciation au long du temps sont soulignées.

Comme montre la Table III le schéma pourcentuel de la reconnaissance suit le même modèle, dans ce qui concerne l'origine des citations, pour les quatre groupes. Les États-Unis reconnaissent aux espagnols dans 42% de leurs occurrences, l'Espagne les identifie dans 4.5% des occasions, et le reste de l'Europe dans 33% des échéances. En outre, il n'y a aucune différence statistique significative ($F=0.21$) dans les modèles de reconnaissance[†] des auteurs qui sont revenus à l'Espagne (647/67/449) et ceux qui sont restés aux États-Unis (848/63/669).

Pour la recherche sur le cancer la circulation de la connaissance est comme ceci : 831/54/586. Ce modèle semble similaire à celui identifiant les auteurs qui sont restés aux États-Unis. Et, en effet, 80% des investigateurs espagnols du cancer qu'ici nous étudions ne sont pas revenus en Espagne.

Néanmoins, des différences appréciables se manifestent si l'on prends en compte la démographie des auteurs scientifiques. Si le critère est où ils ont écrit la thèse doctorale nous constatons que le taux maximum de citation apparaît pour ces auteurs qui ont présenté leur dissertation aux universités européennes non-espagnoles (1001/87/806). Après eux viennent ceux dont les thèses doctorales ont été présentées en Espagne (866/69/635). Et en dernière position les scientifiques ayant soutenu leurs thèse aux États-Unis (649/44/588). Par conséquent, la production des biochimistes espagnols cristallise dans un modèle professionnel de drainage en bénéfice des États-Unis qui favorise aux docteurs en provenance de l'Europe, qui accorde la priorité aux diplômes doctoraux nationaux obtenus en Espagne, et qui seulement au terme de l'analyse choisi le cadre des États-Unis pour l'obtention du titre de docteur. On doit apprécier que le premier membre de ce groupe de biochimistes espagnols qui ait présenté sa thèse aux États-Unis l'a fait en 1956 (Joan Oró, à l'Université de Houston) et que 1959 a été la première fois qu'un de ces scientifiques (Marino Martínez-Carrión) s'est déplacé aux États-Unis pour prendre ses tours universitaires.

En outre, on doit souligner que les résultats aux États-Unis d'un des scientifiques espagnols (Mariano Barbacid, 1021/118/730) ont obtenu la plus haute récompense européenne concernant les études sur le cancer en 1988[‡] (le prix à la recherche de la Dr. Josef Steiner Cancer Research Foundation, University of Basel (Suisse)). Et encore à Vienne 1994, au cours des sessions de la 'European Neuroscience Association', 17ème réunion annuelle, le 'Neuronal Plasticity Prize' de 'La Fondation Ipsen' a été attribué à M. Barbacid, pour la première identification et clonage de l'oncogène *trk*.

Naturellement lorsqu'on étudie cette période les personnes exiliées et dépurées, après la guerre 1936-39 (**Coni N, 2002**) font l'objet d'une attention spéciale. Ses moyennes de citation sont les plus bas (432/21/401). Dans tous les cas la perte de stature scientifique de leur pays d'origine a influencé ces auteurs. Les raisons de leur mobilité internationale n'ont pas empêché leur retour vers l'Espagne (Francisco Grande

[†] Le modèle de reconnaissance exprime le nombre moyen de citations obtenus en chacun des cas en provenance des membres de l'échantillon, c'est-à-dire en provenance des États Unis, de l'Espagne ou du reste de l'Europe.

[‡] <http://www.steinerstiftung.unibe.ch/pdf/krebsforschungspreis1988.aspx>

Covián), ou leur réception en tant que membre des groupes prestigieux comme la National Academics of Science (NAS) des États-Unis (Pedro Cuatrecasas).

L'élection à cette position honorifique (membre de la NAS) dans deux des cas de ces émigrants espagnols (Pedro Cuatrecasas, Joan Massagué) est remarquable à cause du nombre disproportionné de citations qu'ils reçoivent, une quatrième partie de toute la reconnaissance obtenue par les biochimistes émigrants. Ces productivités élevées, suggèrent que le déplacement à un nouvel environnement développe les capacités qu'ils emmenaient de l'Espagne, ce qui concerne également un scientifique en provenance de l'exil (Cuatrecasas), qu'un autre scientifique qui a reçu son diplôme dans l'université espagnole des années '70 (Massagué).

Au long de ces 80 années, 1927-2006, le nombre des établissements de réception aux États-Unis, a augmenté au moins jusqu'en 27. Comme montre la Figure 6. Les centres espagnols avec capacité pour déployer leur formation post-doctorale aux États-Unis sont huit (voir la partie gauche sur la Figure 6). Et l'expression percentuel attribue (**Nalimov VV, 1981**) 40% de la créativité au campus de Barcelone, 22% au campus de Valence et 14% à Madrid. Dès États-Unis vers l'Espagne (dans le sens de droite-à-gauche sur la Figure 6) 11 établissements espagnols (au moins) ont reçu l'influence de la biochimie élaborée par des émigrants. Seulement, 35% des cas expriment le retour des scientifiques au pays de leur origine. Dans le reste des cas, se chiffre la coopération ponctuelle dès les États-Unis avec l'Espagne, conduite par les biochimistes espagnols. CSIC, en tant qu'indépendant des universités, semble intéressé en favoriser l'accès à l'extérieur et en faciliter la mobilité de retour.

CONCLUSIONS. –

Au long de cette communication nous avons avancé que des raisons à caractère économique, l'innovation, et la poursuite des études post-doctorales ont segmenté l'émigration scientifique espagnole aux États-Unis. Le travail empirique disponible (**Szelenyi K, 2003**) (**García-Moreno A & Modrego A, 2001**) précise que quelque 30% des doctorats en sciences de la vie aux États-Unis ont été attribués aux candidats d'autres pays. En outre, dans 1995 47% de ceux ayant reçu leur doctorat tant en 1972 comme en 1990 demeuraient aux États-Unis. Il s'agit de flux migrants à long terme.

Dans la première partie de cette contribution une homologie se met en avant entre l'objet de recherche sur le cancer, l'organisation de la mobilité des scientifiques espagnols travaillant à ce propos aux États-Unis, et la visibilité des résultats qu'ils obtiennent. L'histoire de cette mobilité est développée en employant comme méthodologie l'intégration verticale/horizontale de la science du point de vue systémique (**Currás E, 2001**). Un groupe de 40 biochimistes émigrants est scindé en quatre colonnes, les arrangeant verticalement après l'introduction du temps comme facteur. Cette influence verticale a permis la distinction chronologique entre les fondateurs, les précurseurs, les directeurs de laboratoire et les chercheurs post-doc. L'intérêt de l'application de l'intégration horizontale ressort dans le cas de la recherche espagnole sur des oncogènes, en raison de la coïncidence en Espagne et aux États-Unis des mêmes scientifiques dans les mêmes laboratoires. Avec des critères systémiques d'évaluation l'identité holo-hiérarchique de la recherche espagnole sur le cancer aux

États-Unis est étudiée, et les découvertes et les contributions principales dans la période (1927-2006) sont précisées.

Dans la deuxième partie nous plongeons dans les carrières scientifiques de 40 scientifiques européens qui ont participé dans le mouvement d'aller et (d'éventuel) retour aux États-Unis à partir de leur pays d'origine, l'Espagne. Un compte moyen des citations reçues par les biochimistes espagnols arrivés aux États-Unis entre 1927 et 1953, 1945 et 1959, 1971 et 1993, et 1988 et 1996, a été fait. Moyennant l'origine géographique des citations (États-Unis, Espagne, reste de l'Europe, reste de l'Amérique, Asie, Océanie, et Afrique) et les paramètres d'émigration (des auteurs qui ont retourné en Espagne / des auteurs qui sont restés aux États-Unis), sont analysés les effets d'isolement et de centralité de la production scientifique des scientifiques émigrants (en fonction de leur âge) et la topographie de la connaissance produite sur le cancer reçoit une attention spéciale. La démographie des auteurs scientifiques et le modèle de drainage professionnel vers les États-Unis d'après les universités où ils ont présenté leurs thèses doctorales (en Espagne, dans le reste de l'Europe ou aux États-Unis). L'élection à des postes honorifiques (comme membre de la National Academy of Sciences des États Unis) entre les émigrants, est également un aspect considéré. Comme dernier point, le rapport entre les établissements de recherche des États-Unis et de l'Espagne est schématisé par la description des campus espagnols les plus créateurs en termes de mobilité, et l'interprétation des retours des scientifiques à leur pays d'origine.

Références bibliographiques.

Allen GE. A pact with the embryo : Viktor Hamburger, holistic and mechanistic philosophy in the development of neuroembryology, 1927-1955. Journal of the History of Biology, 37, 421-475, 2004.

Anom. Does cancer research have realistic aims? Nature, 249, 299-300, 24 May 1974

Atlan H. L'organisation biologique et la théorie de l'information. Paris, Hermann, 1992.

Aubenque P. Le problème de l'être chez Aristote : essai sur la problématique aristotélicienne. Paris, Presses Universitaires de France, 1972.

Bertalanffy L von. Teoría del desarrollo biológico : introducción a la biología teórica. Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata, 1934.

Bonsack F. Ouverture vertical et ouverture horizontale. Bulletin de l'Association Ferdinand Gonseth, 55, 4-5, Juillet 1990.

Bourret P, Mogoutov A, Julian-Reynier C & Cambrosio A. A new clinical collective for French cancer genetics : A heterogeneous mapping analysis. Science, Technology, & Human Values, 31(4), 2006.

Braun T & Schubert A. A quantitative view on the on the coming of age of interdisciplinarity in the sciences 1980-1999. Scientometrics, 58(1), 183-189, 2003.

Casacuberta D & Estany A. ¿Eureka? : el trasfondo de un descubrimiento sobre el cáncer y la genética molecular. Barcelona, Tusquets, 2003.

Casey T, Mahroum S, Ducatel K & Barré R. The mobility of academic researchers : academic careers & recruitment in ICT and biotechnology. Seville, IPTS, 2001. <http://www.jrc.es/home/pages/detail.cfm?prs=728>

Cole JR & Cole S. Social stratification in science. Chicago, University of Chicago, 1973.

Coni N. Medicine and the Spanish Civil War. Journal of the Royal Society of Medicine, 95, 147-150, 2002.

Currás E. La información en sus nuevos aspectos : ciencias de la documentación. Madrid, Paraninfo, 1988, p.150. (see pp.140-169, Chapter 7 Implicaciones de la teoría de sistemas.)

Currás E. Vertical Integration of Sciences: an Approach to a Different View of Knowledge Organization, Journal of Information Science, 28, 5, 2002, 417-426.

Dedijer S. Migration of scientists : a world-wide phenomenon and problem. Nature, 201(4923), 964-967.

Dulbecco R. From the molecular biology of oncogenic DNA viruses to cancer. Science, 192, 437-440, 30 April 1976.

García-Romero A; Modrego A. Research training in Spain : an assessment exercise. European Commission, 2001.
ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/improving/docs/ser_conf_bench_garcia-romero.pdf

Gish O & Wilson JA. Emigrating british physicians. Social Studies & Medicine, 3, 495-511, 1970.

Goranson T. Received on Sat Sep 26 17:54:41 1998.
<http://fis.icts.sbg.ac.at/mailings/0148.html>

Hohlfeld R. Cancer research. A study of praxis-related theoretical developments in chemistry, the biosciences and medicine. In: Böhme,G. et al., Finalization in science, ed. By W. Schäfer, 93-126, 1983.

Kiselev FL. Molecular oncology. In: Petrov,R.V., ed. Medical dimensions of molecular biology. Moscow, Nauka, 1990.

Kohler RE. The enzyme theory and the origin of biochemistry. Isis, 64(222), 181-196, June 1973.

Larraga VE. La pérdida de talentos científicos en. España. DT 22/2003. Madrid: Fundación Alternativas, 2003.
http://www.falternativas.org/base/download/07b2_08-09-05_22_2003.pdf

Laudel G. Studying the brain drain : can bibliometric methods help? Scientometrics, 57(2), 215-237, 2003.

Llavona R. & Bandrés J. Francisco Grande Covián y la psicología. Psicothema, 15(3), 345-351, 2003. <http://www.psycothema.com/psycothema.asp?ID=1071>

Malecky I & Olszewski E. Regularities in the development of contemporary science. In: Barnes B, ed. Estudios sobre sociología de la ciencia : regularidades en el desarrollo de la ciencia contemporánea. Madrid, Alianza, 1980. (originalment publicat per: Organon, vol 13, pp. 193-212.)

Marra G & Boland CR. Hereditary nonpolyposis colorectal cancer: the syndrome, the genes, and historical perspectives. Journal of the National Cancer Institute, 87(15), 1114-1125, 2 August 1995.

Meyer SC. The origin of biological information and the higher taxonomic categories. Proceedings of the Biological Society of Washington, 117(2), 213-239, 2004.

Morange M. From the regulatory vision of cancer to the oncogene paradigm, 1975-1985. Journal of the History of Biology, 30, 1-29, 1997.

Nalimov VV. Faces to science. Philadelphia, ISI Press, 1981, p.250.

Pellicer À. Bases moleculars del càncer. In: Díssetè Congrés de Metges i Biòlegs de Llengua Catalana. València, Fundació Alsina i Bofill, 2004, pp. 15-28.
http://alsina-bofill.iecat.net/documents/ponencies17congres/03%20Pellicer%20Pag%2015_28.pdf

Pellicer Á. Contribución de los científicos españoles n Estados Unidos a la bioquímica. In: Muñoz E, dir. Cuarenta años de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular. Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 2004, pp. 227-248.

Pierson AS & Cotgreave P. (2000) Citation figures suggest that the UK brain drain is a genuine problem. Nature, 407, 13, 7 September 2000.

Price DJS. The scientific foundations of science policy. Nature, 206(4981), 233-238, 17 April 1965.

Rodríguez Ocaña E. [Review.]- Emilio Muñoz (dir.), María Jesús Santesmases, Ana Romero y Jesús Ávila (eds.). Cuarenta años de la Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular (1963-2003), Madrid, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, S.A., 2004, 362 pp. ISBN: 84-95486-79-02. Dynamis. Acta Hisp. Med. Sci. Hist. Illus. 25, 576-578, 2005.

Scherer FM. The emigration of German-speaking economists after 1933. Journal of Economic Literature, XXXVIII, 614-626, 2000.

Shimkin MB. History of cancer research : a starter reading list and guide. Cancer Research, 34, 1519-1520, June 1974.

Smith TF & Waterman MS. Overlapping genes and information theory. Journal of Theoretical Biology, 91, 379-380, 1981.

Stichweh,R. Systems theory as an alternative to action theory? The rise of 'communication' as a theoretical option. Acta Sociologica, 43(1), 5-13, 2000.

Stoker M. Limits to oncology. Nature, 254, 547-548, 17 April 1975.

Szelényi K. Explaining the migration and settlement of foreign graduate students : global integration theory and the theory of cumulative causation. UCLA Center for Comparative and Global Research, 2003.
<http://www.international.ucla.edu/cms/files/katipaper.doc>

Triolo VA & Riegel IL. The American Association for Cancer Research, 1907-1940. Historical review. Cancer Research, 21(2), 137-167, 1961.

Trist E. Organizaçao e financiamento da investigação. Lisboa, Livraria Bertrand, 1973.

Witkowski JA. Somatic cell hybrids : a fusion of biochemistry, cell biology and genetics. Trends in Biochemistry Sciences, 11, 149-152, March 1986.

Wulff E. Historia del descubrimiento del origen de la formación de los tumores : el programa del Dr. Barbacid en los albores de los estudios sobre oncogénesis. Llull, 19, 525-549, 1996a.

Wulff E. The natural history of the discovery of hereditary carcinogenesis of the colon - Scientific dynamics in information flow. Arbor, CLIV, 608, 9-31, 1996b. [In spanish.]

**Zuckerandl E.; Pauling L. Molecules as documents of evolutionary history. , Journal of Theoretical Biology, 8(2), 357-366, March 1965.
http://profiles.nlm.nih.gov/MM/B/B/N/V/_/mmbbnv.pdf**

Figure 1. La Science comme unité.

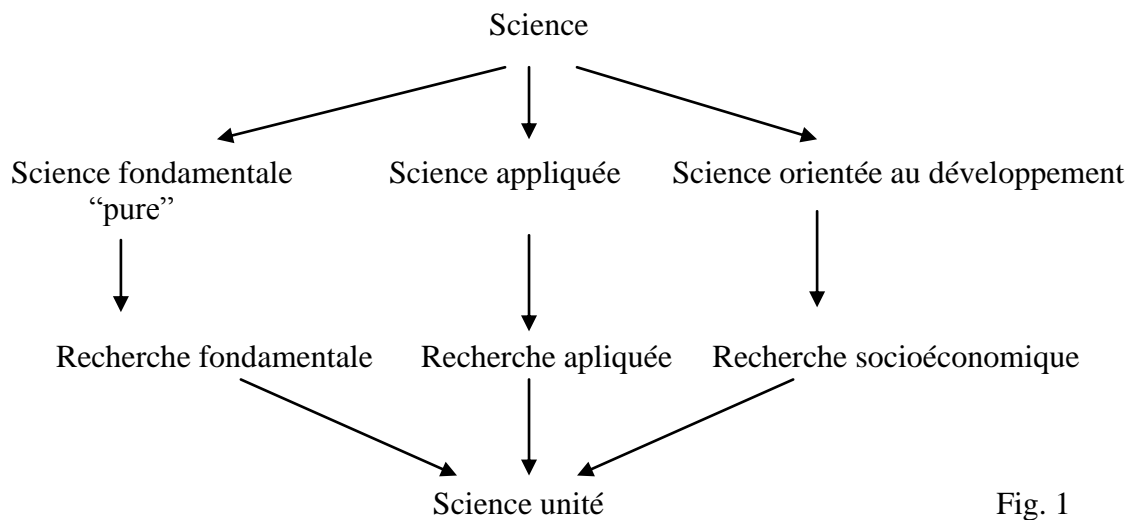


Fig. 1

Figure 2. Intégration verticale de la science.

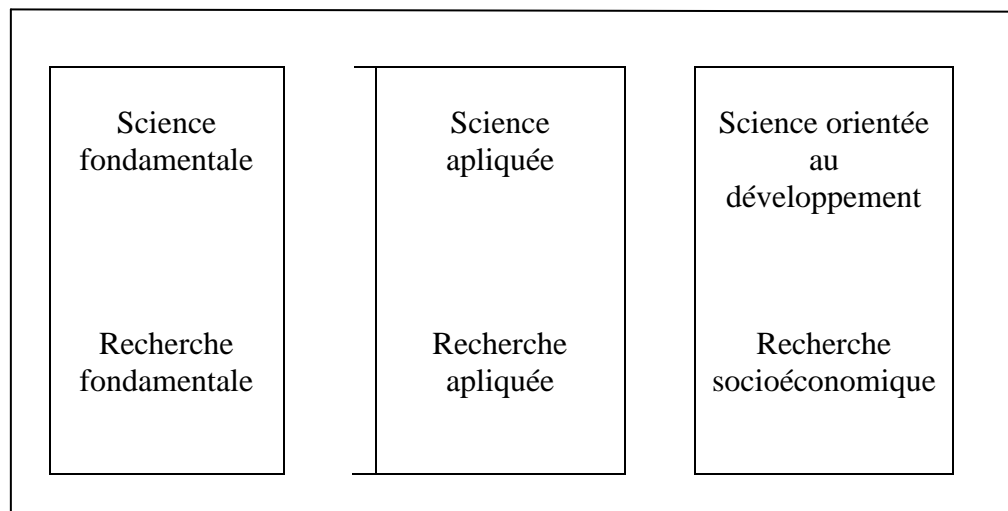


Figure 3. Intégration horizontale de la science.

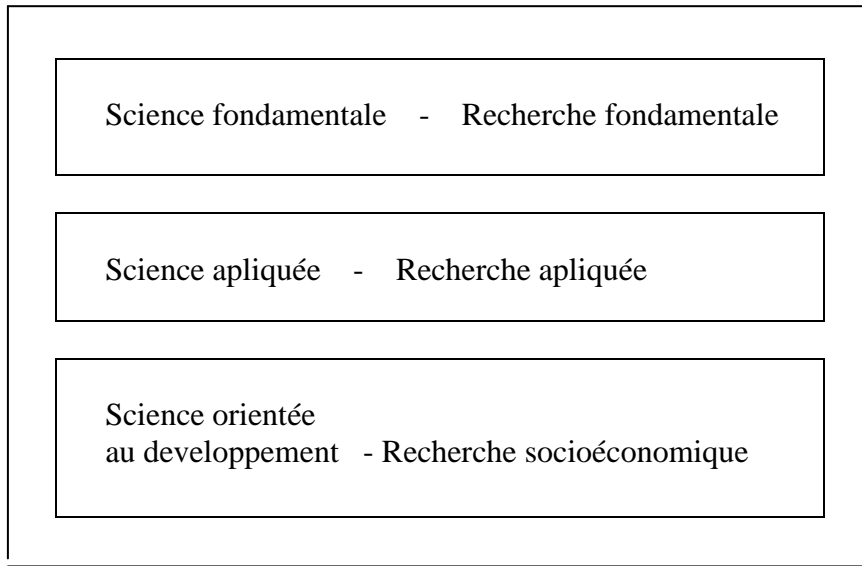
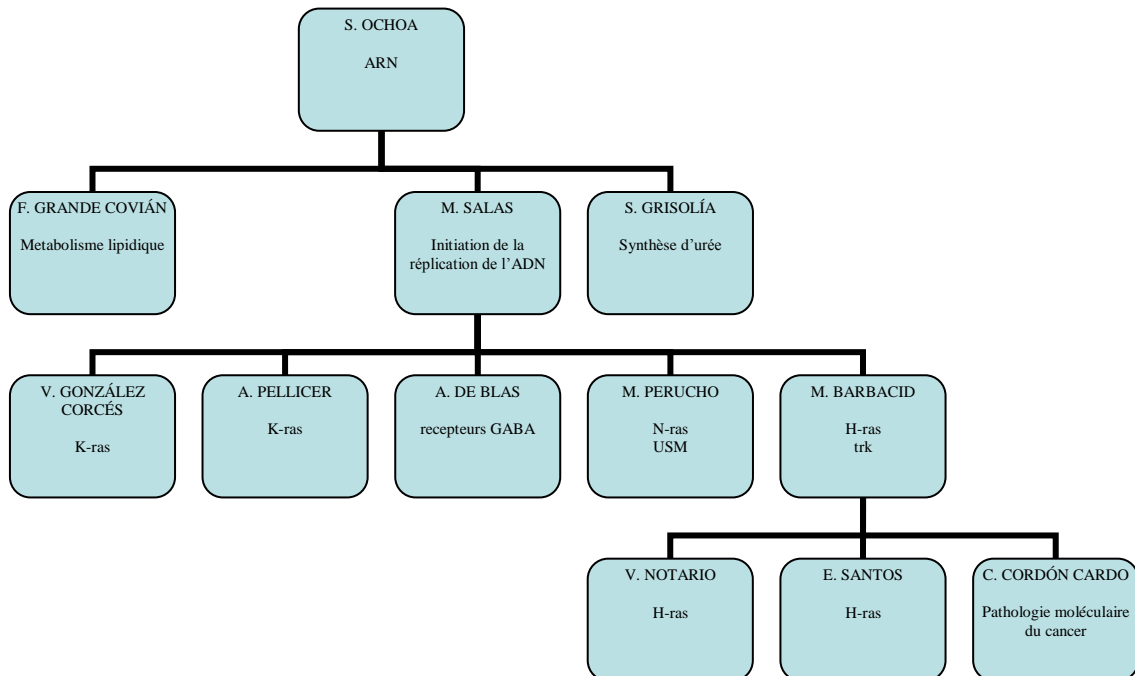


Figure 4. Identité hoiérarchique de la recherche des espagnols aux États-Unis à propos du cancer. §



§ Abréviations: ARN.- acido ribonucleique; ADN.- acide desoxiribonucleique; K-ras.- homologue humain de l'oncogène virale du sarcome de Kirsten; GABA.- acide gamma amino butyrique; N-ras.- homologue humain de l'oncogène virale ras de neuroblastome; USM.- mutations somatiques avec ubiquité; H-ras.- homologue humain de l'oncogène virale du sarcoma de Harvey; trk.- tyrosine kinase.

Figure 5. - (Scherer FM, 2000)

Graphique du nombre de citations (axe de Y) contre l'âge des 14 biochimistes espagnols émigrés aux Etats-Unis (axe de X), dans l'expression de logarithme. Severo Ochoa (58, 4), Grande Covián (54.1.4), Cuatrecasas (27, 4.15) et Martínez Carrión (27, 2.58) sont des hors-de-série.

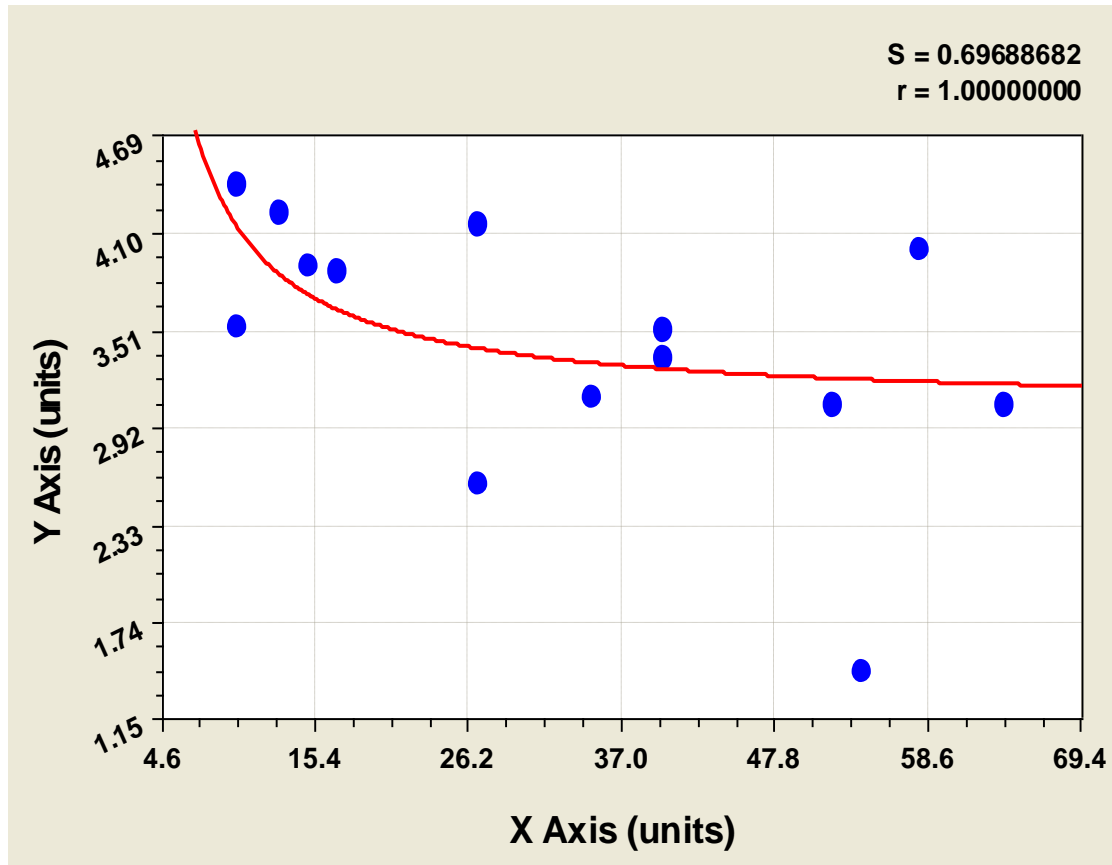


Figure 6.- Institutions en réseau vers le système des États-Unis et mobilité de retour (1927-2006)



Table I.- Biochimistes espagnols émigrés aux États Unis, 1927-2006.

Name	Location (Most permanent address.)	In the USA
PRECURSEURS		
Francisco Duran Reynals	Yale University Department of Pathology and Bacteriology	1938-1958.
Maria Luisa de Ayala	Albert Einstein College of Medicine	? -1986
Jordi Folch i Pi	Harvard University School of Medicine	1936-1979
Severo Ochoa	New York University School of Medicine	1942-1985.
Francisco Grande Covián	University of Minnesota	1953-1979
FUNDATEURS		
Santiago Grisolia	University of Kansas	1945-1976
Joan Oró	University of Houston	1952-1994
Carlos Villar-Palasi	University of Virginia	1955-2003
Pedro Cuatrecasas	Johns Hopkins University	1948-2006
Marino Martínez-Carrión	University of Kansas	1959? -2001
DIRECTEURS LABO.		
Mariano Barbacid	Bristol Myers-Squibb Pharmaceutical Research Institute in Princeton, New Jersey	1974-1998
Ángel Pellicer	New York University School of Medicine, Dpt Pathology	1976-2006
Manuel Perucho	Burnham Institute La Jolla, California.	1979-2006
Joan Massagué http://www.garfield.library.upenn.edu/histcomp/massague-j_auth/	Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York	1979-2006
Eugenio Santos	National Cancer Institute, NIH, Bethesda, Maryland	1978-1999
Vicente Notario	Georgetown University, Washington D.C.	1982-2006
Gabriel Núñez	University of Michigan	1978? -2006
Álvaro Puga	University of Cincinnati	1972-2006
Carlos Cordon-Cardo	Memorial Sloan-Kettering Cancer Center	1980-2006
José Costa	Yale University, School of Medicine, New Haven	1967?,-
Pedro Gastón	The State University of New Jersey (Newark),	1975?-1999

	School of Medicine	
Bernardo Nadal Ginard	Harvard University, Dpt of Cellular and Molecular Biology	1975-2006
Miguel Coca Prados	Yale University, Ophthalmology & Visual Science Department	1977?-
Víctor González Corces	Johns Hopkins University, Department of Biology.	1982-
Juan Carlos Izpisúa Belmonte	Salk Institute for Biological Studies, San Diego	1993-
Mariano Estebán	State University of New York (Downstate), Biochemistry Department	1975-1992
Valentín Fuster	Mount Sinai Medical Center (New York)	1971-
Juan José Badimón	Mount Sinai Medical Center (New York)	1981
Ángel Luis de Blas	University of Connecticut (Storrs), Physiology & Neurobiology Dpt.	1978-
STAGE INITIAL		
Víctor Muñoz	University of Maryland, Dpt. Of Chemistry and Biochemistry	1996-
Serafín Piñol-Roma	Mount Sinai School of Medicine, Department of Biochemistry and Molecular Biology.	1990*-
Gregorio Gil	Virginia Commonwealth University-Medical College of Virginia	1988-
Xavier Graña	Temple University School of Medicine, Biochemistry Dpt.	1992*-
Áriel Ruiz i Altaba	New York University Medical Center, Department of Cell Biology (Skirball).	1989*
Juan Botas	Baylor College of Medicine (Houston), Departments of Molecular and Human Genetics and Molecular & Cellular Biology	1986*-
Rafael Yuste	Columbia University, Dpt of Biology.	1991*-
Sofía Casares	Mount Sinai School of Medicine, Immunobiology Center	1993-
Juan Carlos de la Torre	Scripps Research Institute, Virology Division	1985*-

* Source: internet

* <http://www.med.nyu.edu/people/A.RuiziAltaba.html>

Adolfo García-Sastre	Mount Sinai School of Medicine, Microbiology Dpt.	1997*-
----------------------	---------------------------------------------------	--------

Table II. Découvertes et contributions espagnoles aux États-Unis à la recherche sur le cancer (1927-2006)

Durán Reynals F, 1928.	Découverte de l'hyalurodinase, ou facteur de Reynals de diffusion de l'infection
De Ayala ML (Durán Reynals ML), 1980.	Facteur maternel de résistance au virus de la leucémie
Barbacid M & Santos E, 1982.	Isolement du premier oncogène humain (T-24), de nos jours appelé H-ras
Santos E & Barbacid M, 1983.	Identification d'une mutation ponctuelle à l'oncogène ras qui attribue des propriétés malignes à son produit génomique
De Blás A, 1983.	Isolement des benzodiazepines d'endogènes
Perucho M, 1983.	Premier isolement de l'oncogène N-ras
Pellicer A & González Corcés V, 1984.	Activation par radiation gamma de l'oncogène K-ras
Perucho M, 1985.	Nouvelle méthode diagnostique des niveaux d'expression des oncogènes ras dans les tumeurs humaines
Barbacid M, 1986.	Identification de l'oncogène trk comme le récepteur du facteur de croissance nerveux (NGF)
Massagué J, 1986.	Découverte des mécanismes de signalisation par TGF-beta des facteurs de croissance et de différenciation cellulaire
Perucho M, 1992.	Découverte du phénotype mutateur responsable du cancer de colon
Núñez G, 1993.	Isolement du gène gcl-x, régulateur dominant de la mort cellulaire apoptotique

Table III. - COMPTES MOYENS DE CITATION POUR DES GROUPES.**

A Origine des citations				
	Groupe I	Groupe II	Groupe III	Groupe IV
USA	298 (41%)	719 (39.6%)	889.9 (44.5%)	814.3 (44.5%)
Espagne	30 (4.1%)	75.2 (4.1%)	54.4 (2.7%)	80.1 (4.3%)
Reste de l'Europa	216 (29%)	635.8 (35%)	678.6 (33.9%)	628.2 (34.3%)
Rest de l'Amérique	522 (7.2%)	112.8 (6.2%)	96.5 (4.8%)	83.1 (4.5%)
Asie	112 (15%)	223.2 (12.3%)	239.9 (11.9%)	190.3 (10.4%)
Océanie	12 (1.3%)	38 (2%)	36.6 (1.8%)	30.4 (1.6%)
Afrique	6 (0.8%)	8.2 (0.4%)	3.7 (0.1%)	3.2 (0.1%)

B Emigration		
	Auteurs qui sont retournés en Espagne ^{††}	Auteurs qui sont restés aux États-Unis ^{‡‡}
USA	647.8 (45%)	848.1 (43.5%)
Espagne	67.6 (4.7%)	63.3 (3.2%)
Reste de l'Europe	449.8 (31.2%)	669.2 (34.3%)
Reste de l'Amérique	73.5 (5.1%)	98.2 (5%)
Asie	173.1 (12%)	229.3 (11.7%)
Océanie	21.6 (1.5%)	35.7 (1.8%)
Afrique	4.1 (0.3%)	4.75 (0.2%)

** Seulement sont enregistrés les citations vers des publications de la période au cours de laquelle les auteurs ont séjournés aux EE.UU.

†† Auteurs qui sont retournés en Espagne (Grande Covián, Grisolía, Barbacid, Santos, Esteban, Gascón,).

‡‡ Auteurs qui sont restés aux États-Unis (Duran Reynals, Ayala, Folch i Pi, Ochoa, Oró, Villar Palasí, Cuatrecasas, Martínez Casas, Pellicer, Perucho, Massagué, Notario, Núñez, Puga, Cerdón Cardo, Costa, Pérez Soler, Nadal Ginard, Coca Prados, González Corces, Izpisúa Belmonte, Fuster, Badimón, de Blas, Muñoz, Piñol Roma, Gil, Graña, Ruiz i Altaba, Botas, Yuste, Casares, de la Torre, García Sastre).