

9. HISTÓRIA E ANTOLOGIA

PAUL LANGEVIN. (1872-1946)

O artigo que se segue, devido ao notável físico teórico francês A. Proca, chegou-nos infelizmente tarde demais para ser publicado no honroso lugar que lhe competia no número dedicado especialmente ao Prof. P. Langevin, mas o seu excepcional interesse levou-nos a publicá-lo, muito embora no presente número.

Le 19 Décembre 1946, après des périodes d'espoir assombries par une sorte de certitude intuitive que rien n'arrêterait désormais l'inévitable, nous avons appris la mort de Paul Langevin.

Le bouleversement a été profond au coeur de ses élèves, de ses amis et de tous ceux qui le connaissaient. Dans ce Paris qu'il aimait tant et dont il ornait si magnifiquement la vie spirituelle, il a fermé ses yeux pour toujours au petit matin; et la nouvelle de sa mort s'est répandue en ondes de tristesse au delà de la cité, dans le monde tout entier, nous rappelant tout à coup, brutalement, que même ce que nous aimons n'est pas éternel.

Paul Langevin n'est plus. En réalité, pour nous, il n'a pas disparu, parce que, en nous, son image ne peut pas s'effacer. Dans notre esprit, dans notre coeur, cette image s'est seulement figée, ce jour glacial de décembre, en ses contours définitifs. Et c'est la déchirante certitude qu'elle ne changera plus jamais qui fait aujourd'hui notre douleur.

* * *

Il était né à Montmartre, le 23 Janvier 1872, fils d'une modeste famille parisienne. A 16 ans, il entra premier à l'École de Physique et Chimie de la Ville de Paris. Sorti premier, il devait revenir par la suite dans cette École qu'il aimait et y rester jusqu'à sa mort, remplissant successivement les fonctions d'interrogateur, de professeur, de Directeur des Etudes et enfin de Directeur.

Après avoir passé sa licence ès-sciences physiques, il prépare seul le concours d'en-

trée à l'École Normale Supérieure. Il y entre le premier en 1893 et rencontre Jean Perrin, auquel devait le lier toute sa vie une solide amitié. Il passe l'agrégation, toujours premier, en 1897.

Ses dons exceptionnels avaient attiré très tôt l'attention. Aussi, à la sortie de l'École de Physique et Chimie, la Ville de Paris lui accorda-t-elle une bourse qui lui permit de passer une année en Angleterre, au laboratoire Cavendish de Cambridge.

Dans ce Laboratoire, dirigé alors par J. J. Thomson qui en avait fait un centre extrêmement vivant, il prit contact direct et personnel avec les savants étrangers et noua de belles amitiés, en particulier avec Rutherford et Wilson.

Revenu en France en 1898, il est successivement préparateur, puis chef de travaux auprès de la Chaire d'enseignement de Physique à la Sorbonne, où il prépare sa thèse «Recherches sur les gaz ionisés», qu'il passe en 1902. Il supplée ensuite Mascart au Collège de France où il est nommé professeur titulaire quelques années plus tard (1909). Entre temps, il était devenu professeur à l'École de Sèvres et avait succédé à Pierre Curie comme professeur à l'École de Physique et Chimie en 1905; il y deviendra Directeur des Etudes et enfin Directeur de l'École en 1925.

Son activité s'exerce sur plusieurs plans: celui de l'enseignement, celui de la découverte, celui de l'action sociale. Elle est jalonnée par de nombreuses publications et par des marques d'estime venues de toutes les principales so-

ciétés scientifiques françaises et étrangères; plusieurs fois lauréat de l'Institut, l'Académie des Sciences le nomme en 1934 membre de la Section de Physique Générale et le Conseil Solvay l'appelle à la présidence, d'abord de son Comité scientifique, ensuite du Conseil lui-même.

Deux guerres passent; dès la première, certains travaux de Langevin trouvent une application extrêmement importante au repérage des sous-marins. En 1940, il dirige un groupe de recherches. L'armistice trouve Langevin et son Ecole repliés à Toulouse. Malgré le danger, il retourne à Paris et reprend ses cours au Collège de France, mais ne peut en faire que deux. Le 30 Octobre 1940 il est arrêté par la Gestapo et incarcéré à la prison de la Santé.

En raison des nombreuses protestations de ses élèves, les Allemands l'en retirent après six semaines de détention et le placent en résidence surveillée à Troyes. En 1944, redoutant le pire, ses amis, le font passer clandestinement, le 2 Mai, en Suisse d'où il revient après la libération, le 25 Septembre de la même année.

Magré sa santé durement atteinte par les épreuves de la guerre, il reprend tout de suite avec un courage admirable son activité.

En mai 1945 on célèbre en Sorbonne au cours d'une émouvante cérémonie son 73^e anniversaire et, un an et demi après, le 19 Décembre 1946, il s'éteint doucement au milieu des siens. La France décide de lui faire des funérailles nationales et, le 21 Décembre, tout le peuple de Paris en deuil le conduit à sa dernière demeure.

* * *

La vie de Paul Langevin a été toute de labeur et de lutte, d'idéal et de passion.

Sur le plan proprement scientifique, celui de la découverte, sur le plan de l'action sociale, nationale ou internationale, il fut un travailleur et un lutteur acharné. Il joignait à un amour profond de la science et de la justice, une bonté foncière, naturelle, une compréhension des misères humaines qui en ont fait un des grands esprits et des grands

cœurs du siècle. Son intelligence, son savoir et sa qualité d'âme étaient telles qu'on aurait reconnu en lui, n'importe quand et n'importe où, le grand homme qu'il a été. Grand, il l'a été non pas uniquement par rapport à ses contemporains, mais d'une façon absolue; grand, il l'aurait été aussi bien s'il avait vécu dans la Grèce Antique, dans l'Italie de la Renaissance ou la France de la Révolution.

Le Panthéon l'accueillera sans nul doute parce que c'était un grand Français; mais il était en même temps un citoyen du monde et un sommet de l'Humanité.

* * *

L'activité scientifique proprement dite de Paul Langevin a été à la fois d'ordre expérimental, théorique et technique. Elle présente un développement harmonieux et l'on y trouve outre sa contribution personnelle, la résonance de tous les grands problèmes qui ont agité la science durant ces cinquante dernières années.

Ses travaux personnels ont commencé à une époque où, par sa découverte des rayons X, Roentgen avait suscité l'intérêt considérable que l'on sait. Aussi, les premiers travaux de Langevin commencés à l'Ecole Normale avec Jean Perrin et continués à Cambridge et à Paris, ont-ils trait aux rayons de Roentgen et à l'ionisation des gaz. Sa première publication est parue au *Bulletin des Séances de la Société Française de Physique* du 20 Avril 1900 et est intitulée: «Sur l'ionisation des gaz»; sa thèse «Recherches sur les gaz ionisés» (1902) contient le premier exposé d'ensemble, tant du point de vue expérimental que théorique de ses recherches sur les propriétés des ions gazeux.

Dans ce domaine touffu, difficile à explorer, Langevin, pour ces débuts, apporte une contribution extrêmement importante. Il découvre et étudie les rayons secondaires des rayons X, met au point des méthodes nouvelles pour l'étude des ions par la mesure de leurs charges, de leurs mobilités et de leurs coefficients de recombinaison. Il est obligé également d'améliorer la technique des mesures et perfectionne en particulier la technique électrométrique pour l'adapter à la mesure des toutes

petites charges, rendant ainsi un service considérable aux chercheurs engagés dans cette voie.

Ses études sur les ions l'amènent à découvrir dans l'atmosphère des ions quelques milliers de fois plus lents que ceux produits directement par le rayonnement. Ce sont les «gros ions» dont il étudie l'origine, la nature et la formation à partir des particules en suspension dans l'air. De cet ensemble de travaux il peut tirer une interprétation de certains phénomènes météorologiques et en particulier de la formation des nuages; la discontinuité existant entre les couches inférieures (stratus, cumulus, nimbus) et les couches supérieures (cirrus) correspond à la différence de formation de ces nuages, issus de gros ions ou d'ions ordinaires.

A côté de ces travaux expérimentaux et pour interpréter les nouvelles propriétés des ions, Langevin a été amené à perfectionner non seulement les méthodes de mesure, mais aussi la théorie. C'est ainsi qu'il a repris la théorie cinétique des gaz pour examiner l'image corpusculaire du mécanisme de la conductibilité et montrer comment on peut prévoir les résultats concernant la diffusion, la mobilité et la recombinaison des ions.

Le problème est essentiellement celui des échanges de quantité de mouvement entre la particule et les molécules d'un gaz.

Langevin donna la solution générale pour le cas d'une loi d'interaction mutuelle quelconque entre molécules, problème que Maxwell n'avait résolu que dans un cas particulier. Ces recherches, ainsi que l'étude du mouvement brownien, devaient l'amener à reprendre d'une façon générale les raisonnements du calcul des probabilités appliqués à un grand nombre de faits physiques, fluctuations, désintégrations radioactives, rayonnement en équilibre.

Ces problèmes l'ont préoccupé jusqu'à sa mort, et dans les dernières années de sa vie il en a encore étudié l'application au problème du mouvement des neutrons et de leur passage à travers la matière.

Les travaux sur les ions, particules char-

gées d'électricité, ont amené tout naturellement Langevin à s'occuper de la théorie de l'électromagnétisme et de celle des électrons suivant Lorentz.

Ses travaux ont largement contribué au développement de cette dernière en fournissant une analyse complète de l'émission du rayonnement par une particule en mouvement et sa relation avec l'inertie d'origine électromagnétique. Signalons d'autre part qu'il a pu donner pour la première fois une théorie électromagnétique de la théorie du bleu du ciel de Lord Rayleigh.

Mais c'est dans les applications au magnétisme que les travaux de Langevin lui ont acquis un de ses plus beaux titres de gloire; sa théorie si simple et si belle, correspond probablement si bien au mécanisme intime du phénomène que ses formules n'ont pas été altérées par le bouleversement profond introduit par la théorie des quanta.

Partant des idées d'Ampère et considérant que les courants particuliers correspondaient précisément à une circulation d'électrons, Langevin a analysé pour la première fois d'une manière correcte l'action d'un champ magnétique sur un système d'électrons en mouvement autour d'un noyau central. Il résulte de cette analyse que l'effet de l'établissement du champ magnétique est la superposition aux mouvements électroniques initiaux d'un mouvement de rotation d'ensemble autour de la direction de ce champ.

Cette rotation fait apparaître un moment magnétique d'ensemble dirigé en sens inverse du champ magnétique et proportionnel à celui-ci avec un coefficient qu'on calcule aisément. C'est là la théorie du *diamagnétisme*, propriété commune à tous les atomes, dépendant uniquement de la configuration électronique (et non pas du spin ou du moment magnétique de l'électron).

Les raisonnements qui précèdent supposent que normalement, l'atome ne possède pas de moment magnétique résultant comme dans la grande majorité des cas. Il existe cependant des substances appelées *paramagnétiques* pourvues de moments résultants dont les directions

sont réparties au hasard. Lorsqu'on plonge une telle substance dans un champ magnétique, deux sortes de phénomènes ont lieu.

On a d'abord l'orientation diamagnétique dont il a été question plus haut, des configurations électroniques de chacun des atomes; il y a, en plus, l'orientation dans le sens du champ des moments magnétiques de chaque atome. Cette dernière orientation est cependant contrariée par l'agitation thermique et en fait un équilibre statistique s'établit entre cette action et celle du champ magnétique extérieur. En écrivant que cet équilibre existe, Langevin a pu retrouver les lois du *paramagnétisme* qui se réduisent à la loi de Curie pour les champs faibles.

La pénétrante analyse de Langevin a eu un retentissement considérable. Elle forme aujourd'hui la base de l'application du magnétisme, même en théorie quantique. Le nombre de travaux qu'elle a suscité est énorme et les résultats souvent essentiels, non seulement dans ce domaine mais dans des domaines connexes. Ainsi, par exemple, la théorie moderne des diélectriques a été développée au début par Debye exactement sur le modèle de celle du magnétisme et le nombre de travaux effectués sur ce même sujet dans le monde entier est considérable.

Il en est de même pour la détermination du moment magnétique individuel des molécules des divers corps, qui peut être calculé à partir du terme paramagnétique du coefficient d'aimantation. Dans le cas du ferromagnétisme, Langevin avait signalé que son explication devait être trouvée en faisant intervenir les actions mutuelles des molécules voisines; on sait avec quel succès P. Weiss a introduit son hypothèse du champ moléculaire, équivalent à l'ensemble de ces actions mutuelles.

Langevin avait signalé également que la désaimantation paramagnétique devait s'accompagner d'un refroidissement de la substance; l'application de cette remarque est un des moyens expérimentaux les plus puissants qu'on ait trouvé pour descendre aux températures extrêmement basses, de l'ordre d'une petite fraction du degré absolu.

Enfin, la méthode utilisée par Langevin, à savoir le calcul des conditions d'équilibre entre l'agitation thermique et une tendance *quelconque* à l'orientation moléculaire, a une portée beaucoup plus générale. Elle permet d'analyser les phénomènes où la dissymétrie de la molécule donne naissance à des actions extérieures qui tendent à l'orienter. Langevin lui-même l'a appliquée aux phénomènes de la biréfringence électrique et magnétique, et a obtenu des résultats conformes à l'expérience. De nombreux travaux l'ont développée et ont permis d'obtenir des renseignements précis sur la structure des molécules.

S'étant penché sur les problèmes les plus ardues de l'électromagnétisme, contemporain d'Einstein et ayant suivi depuis le début le développement de ses travaux, Langevin ne pouvait se désintéresser de la théorie de la relativité.

En fait, il a été un de ceux auxquels cette théorie doit le plus son développement et sa diffusion. Son esprit critique, sa pénétration ont énormément fait pour que cette théorie soit débarrassée des interprétations erronées. Ses conférences, son cours au Collège de France ont puissamment contribué à sa diffusion.

En dehors de cette action, Langevin a apporté lui-même sa contribution au développement de la théorie par des travaux d'importance capitale; il suffira de citer les conséquences qui en découlent pour le problème de l'inertie de l'énergie. La possibilité de transformation de la masse en énergie donne, d'une part, la clef d'une énigme qui n'avait pas été déchiffrée: l'existence d'écartés relativement grands entre les masses des divers atomes et le multiple le plus rapproché de la masse de l'atome d'hydrogène. Langevin a interprété ces «défauts de masse» comme donnant précisément les énergies de liaison responsables de la stabilité des atomes.

La décomposition des atomes ou la dématérialisation permet par un processus inverse la libération d'une quantité considérable d'énergie. Il est inutile d'insister sur l'importance de cette découverte puisqu'aussi bien elle a

reçu non seulement une confirmation expérimentale au laboratoire, mais aussi une application industrielle, ou plutôt guerrière, inattendue en la bombe atomique.

Langevin a eu une influence considérable sur les physiciens français dont la plupart ont été ses élèves, par son action personnelle et par ses cours. Ceux-ci étaient un reflet des travaux les plus modernes, exposés avec une clarté inimitable et passés au crible d'un esprit critique acéré.

Il avait accepté de présider le jury de soutenance de thèse de L. de Broglie à une époque où les hypothèses de celui-ci étaient loin de laisser clairement deviner ce qu'elles recelelaient de sensationnel.

Lorsque la révolution introduite par les idées de la mécanique ondulatoire eut pris l'ampleur que l'on sait, Langevin fut un des premiers à envisager les problèmes divers et multiples qu'elle suscitait.

Il examina et mit en ordre divers problèmes concernant les chocs entre particules rapides, l'effet Compton et l'équilibre entre la matière et la rayonnement. Son cours du Collège de France sur les statistiques modernes a clarifié pas mal de points laissés dans l'ombre. Enfin, les problèmes philosophiques que posent les nouvelles mécaniques, en particulier ceux qui ont trait au déterminisme, ne l'ont pas laissé indifférent.

Comme dans le cas de la relativité Langevin a été, ici aussi, non seulement le critique avisé qui par son action empêche le foisonnement d'interprétations erronées, — et il y en a eu, — mais aussi le travailleur heureux qui apporte sa contribution personnelle à l'édifice en construction. Son influence en tant que professeur pour faire connaître le développement des idées nouvelles a été considérable. Il repensait effectivement celles-ci avant d'en donner là quintessence dans ses cours, qui apparaissaient clairs et simples, mais dont précisément la simplicité était le plus sûr indice d'un labeur de tous les instants.

Je me rappelle encore l'avoir trouvé à cette époque dans son cabinet de travail, par une après-midi torride, pestant contre le «rétablis-

sement mental» qu'on était obligé de faire chaque matin pour suivre de près toutes les nouvelles découvertes et les nouveaux travaux de mécanique quantique, qui se succédaient à ce moment à une vitesse, «dangereusement proche de celle de la lumière».

D'autres domaines de la science pure ont tenté Langevin, soit par des problèmes précis, comme par exemple l'interprétation cinétique de la pression osmotique ou des problèmes de radioactivité (entre autres la loi de probabilité des émissions des particules alpha) — soit par des questions générales comme celles ayant trait à la classification des grandeurs physiques, aux unités, au principe de Carnot.

* * *

Mais l'activité de Langevin ne s'est pas bornée à des recherches de science pure; les applications de celle-ci ont également bénéficié de son esprit inventif.

Parmi celles-ci il faut citer en première ligne ses travaux sur les ultra-sons. Il s'agit là non seulement d'un travail purement théorique, mais de la résolution heureuse de toute une série de problèmes pratiques, permettant l'application des ondes ultra-sonores à la détection sous-marine. La contribution de Langevin consiste non seulement en l'idée d'utiliser le quartz piézoélectrique comme émetteur, mais aussi en la résolution de problèmes pratiques concernant l'amplification de la puissance de celui-ci par l'emploi de la résonance, la construction des émetteurs sous forme de sandwich trilame quartz-acier et la construction de détecteurs utilisant l'effet piézoélectrique inverse.

La première publication sur ce sujet est le brevet pris en commun avec M. Chilovsky le 29 Mai 1916 et intitulé «Procédé et appareils pour la production de signaux sous-marins dirigés et pour la localisation à distance d'obstacles sous-marins».

On sait le prodigieux essor de cette technique, qui s'est développée constamment depuis, pour atteindre son maximum pendant la deuxième guerre mondiale, dans laquelle le repérage par ultra-sons (asdic) * était une arme

* V. «Informações várias», neste número.

indispensable dans la lutte sous-marine. On doit aussi à Langevin, directement ou indirectement, le développement des applications pacifiques des propriétés du quartz piézoélectrique, par exemple à la mesure des pressions dans divers cas, à la stabilisation des fréquences, etc.... sans parler des applications directes de la technique signalée plus haut, comme par exemple le sondage continu et l'enregistrement des profondeurs.

Enfin, au cours de sa longue carrière, Langevin a été conduit occasionnellement à s'occuper de diverses autres questions de science appliquée, d'acoustique, de balistique et d'électrotechnique.

Le travail proprement scientifique de Langevin ne représente qu'un aspect de son inextinguible activité. En réalité, à ce genre de travail se mêlaient chaque jour des préoccupations d'un ordre plus général, plus directement humain pourrait-on dire. Loin d'être un savant isolé du reste du monde et préoccupé uniquement des lois qui régissent la matière inanimée, Langevin se penchait sur l'homme lui-même, phénomène merveilleux; tout comme il avait étudié par la théorie cinétique les ensembles d'atomes ou particules, il envisageait le problème des collectivités humaines, non pas cette fois-ci en théoricien pour dégager simplement les lois de leur comportement, mais pour tenter de réaliser dans la mesure où la condition humaine le permet, un état d'équilibre harmonieux conforme à un idéal de justice et de bonté.

Professeur toute sa vie, le problème de l'éducation des masses et des individus et singulièrement celui de l'organisation de l'enseignement l'a toujours attiré. Il estimait très haut le rôle de l'enseignement des sciences dans la culture générale et voulait l'y incorporer véritablement au lieu de simplement le juxtaposer. Il pensait que l'histoire des idées au cours des siècles était particulièrement apte à extraire de l'enseignement scientifique la quintessence de la contribution que celui-ci peut apporter au développement de l'esprit. Jusqu'aux derniers jours de sa vie il a poursuivi cette tâche, à la commission pour la réforme,

de l'enseignement, créée à la libération et qui portait son nom.

En fait, ces préoccupations n'étaient que l'application pratique à un domaine déterminé des conceptions et des idées dont son esprit était pétri. «Comprendre autrui — a-t-il écrit — savoir sortir de soi et de son égoïsme pour se mettre au point de vue des autres, saisir leurs besoins, leur raison d'agir, leur façon de voir, les tolérer et les aider, collaborer à leur tâche comme à une tâche commune, n'est-ce pas un des aspects essentiels de la vie sociale et morale?»

La vie sociale et les devoirs qu'elle implique, il en avait pris conscience en même temps qu'il faisait ses premiers pas dans la vie scientifique. Avec Péguy, il entra dans la bataille pour la première fois dans l'affaire Dreyfus, et depuis, tous les grands courants d'idées du siècle l'ont trouvé à son poste de combat. Nous ne pouvons ici, comme nous l'avons fait pour son activité scientifique, retracer ses efforts dans cette voie.

L'idée dominante, le leit-motif de toutes ses actions, l'atmosphère qui baignait toutes ses pensées et la constante de tous ses mouvements dans l'ordre social était l'idée de Justice, justice individuelle, sociale, internationale. Il associait d'ailleurs dans un même amour passionné la Justice et la Science et se plaisait à rappeler que les Grecs avaient déjà fait de Minerve la déesse commune de ces deux aspects des aspirations humaines.

Et enfin, parce qu'il était lui-même juste et bon, il voulait qu'à côté de la Justice, la Bonté régnât dans les relations humaines; les dernières paroles qu'il ait prononcé sur son lit de mort ont été: «Soyez bons!»

Son action sur les hommes était toute colorée par la bonté. Son charme était incomparable et vous saisissait dès le premier contact. On n'aurait su dire ce qui, de sa voix grave ou de ses yeux profonds, contribuait ensuite à en fortifier l'emprise. On subissait un envoûtement délicieux; on suivait le brillant développement des idées et puis, lentement, tout cela passait au second plan; il ne restait plus que l'enchantement d'un contact

purement humain fait de douceur, de force et d'harmonie.

Il avait aussi des gestes caractéristiques; au tableau noir, lorsqu'il exposait quelque théorie, ses mains décrivaient sans cesse dans l'espace des courbes, apparemment fermées. On les retrouve dans les gestes de certains de ses disciples: au Collège de France, devant le même tableau noir, les mains de M. Joliot-Curie attestent sans le vouloir qu'il a été un des élèves préférés du Maître.

Il avait enfin une voix aux inflexions profondes, aux larges contours, au timbre chaud et je ne connais rien de plus émouvant que de l'entendre résonner à nouveau.

Deux mois après sa mort a eu lieu en Sorbonne une cérémonie à la gloire de Paul Langevin. Les vivants apportèrent l'un après l'autre leur hommage à sa mémoire. Lorsque le dernier se fut tu, un silence total envahit l'auditoire, silence intolérable; comme celui

qui sépare la vie de la mort. Puis, soudain, le grésillement à peine perceptible d'un haut parleur s'enfla et la voix de Langevin remplit l'amphithéâtre.

Elle était là, vivante, chaude, caressante; elle résonnait comme autrefois, avec ses inflexions coutumières; elle remplissait l'espace, pénétrait dans les coeurs et libérait les larmes. Et l'on cherchait en vain sur l'estrade la silhouette familière et les gestes qui avaient ponctué autrefois les mêmes phrases à la même place.

La voix s'est tue, mais ses vibrations continuent dans nos coeurs où elles sont gravées à jamais; elle nous a rappelé qu'un homme de bonne volonté est passé sur la Terre, qu'il y a laissé son empreinte profonde et ineffaçable, et que le trésor de l'humanité s'en est trouvé prodigieusement accru.

A. PROCA

MAITRE DE RECHERCHES
INSTITUT HENRI POINCARÉ, PARIS

O FÍSICO NA SECÇÃO DE RADIODIAGNÓSTICO

O ano de 1945 marca o 50.º aniversário da descoberta dos raios X por um físico, Roentgen.

.....

A rapidez dos progressos obtidos neste ramo, conduziu pouco depois à necessidade de atribuir à radiologia a sua verdadeira importância e, em 1921, creou-se em Cambridge um «Diploma de Radiologia e Electrologia Médicas». Os responsáveis pela atribuição desse diploma deram à física, sensatamente, um lugar de relêvo entre as outras aptidões exigidas. É interessante observar que a importância da física era já então evidente, pois há recentemente tendência a considerar este ramo fundamental como desnecessário no campo do radiodiagnóstico.

O engenheiro electrotécnico e o construtor têm dominado completamente neste sector. Os radioterapeutas, avaliando bem as vantagens dos conhecimentos e engenho dos fisi-

cos, têm-se servido de tal modo da sua ajuda que todos os departamentos têm o seu físico permanente, os maiores possuindo mesmo mais do que um, e todos estes constantemente ocupados em trabalhos tanto de rotina como de investigação.

Na realidade, hoje o físico torna-se indispensável na radioterapia.

.....

Durante muito tempo estive convencido da necessidade da existência de um físico na secção de Radiodiagnóstico, onde poderia tomar contacto com as condições de trabalho e problemas de todos os dias. Este desejo foi, em parte, satisfeito porque um físico passou a trabalhar conosco algumas horas por dia.

.....

Quando se aprecia o valor dum físico como elemento duma secção de Diagnóstico, é necessário ter presente que os seus conceitos