

ECLA
United Nations
Economic Commission
For Latin America

IDB
Inter-American
Development Bank

IDRC
International Development
Research Centre

UNDP
United Nations
Development Programme

Research Programme on Scientific and
Technological Development in
Latin America

Working paper N°56



BASIC ISSUES EMERGING FROM RECENT
RESEARCH ON TECHNOLOGICAL BEHAVIOUR OF
SELECTED LATIN AMERICAN METALWORKING PLANTS

J. Berlinski (Argentina)
H. Nogueira Cruz (Brasil)
D. Sandoval (Colombia)
M. Turkieh (Venezuela)

DISTR. RESTRICTED
August 1982

ECLA/IDB/IDRC/UNDP Research Programme
ECLA Office in Buenos Aires
Callao 67, 3er. piso
1022, Buenos Aires - Argentina

INTRODUCTION

Between 1979 and the present a research team of economists and engineers carried out a detailed examination of various metalworking plants in six different Latin American countries: Argentina, Brazil, Colombia, Mexico, Peru and Venezuela.

Some two dozen individual plants were studied, some of them producing standardized products in a continuous 'line' operation, others working in 'small batches' or even in 'individual orders' with a discontinuous organization. Old-established as well as 'new' plants entered the sample; also family-enterprises, as well as domestic subsidiaries of transnational corporations were included in it. Outward-oriented firms, for which exports accounted for nearly half of its output, as well as inward-oriented companies supplying protected domestic market, also became part of the enquiry. And so forth, concerning firms with different R&D policies, degree of vertical integration, etc.

The purpose of the exploration was that of throwing further detail light upon company behaviour -in particular, technology behaviour- its determinants and consequences. Among the former, i.e. the determinants of technological performance, four major spheres of causal influence were examined: i) Individual company history, conformed mainly by the physical and economic constraints imposed by the originally chosen production technique, ii) Market determined variables, associated to the changing competitive climate prevailing in the specific sector of activity of the firm, iii) Macroeconomic forces such as relative factor prices, level of protection, rate of exchange, etc. and, finally, iv) Signals emerging from the international technological frontier or world wide 'state of the art' in the company's field of activity. In relation to consequences of technological change our interest centered both upon individual-firm productivity performance, as well as upon market shares, international competitiveness, etc.

The main results of the overall Research Programme have been recently summarized in a survey paper written by its Director and distributed under the title: "Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica latinoamericana. Resultados de un Programa de Estudios de casos" ^{1/} A complete list of the working papers emerging from the overall enquiry can be found in an appendix to the above mentioned survey.

After concluding individual plant case studies a different type of endeavour -was attempted by each one of the member teams. This time the search was over 'main issues' emerging out of the observed 'facts'. We yet lack a comprehensive theory of innovation which could adequately support us in a venture of this sort. Moreover, concepts such as 'maturity and learning sequences', 'indigenous technological capabilities in LDCs', 'idiosyncratic production functions', etc.

^{1/} Jorge M. Katz, Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica latinoamericana. Resultados de un Programa de Estudios de casos, Monografía de Trabajo N°51, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, July, 1982.

have yet not received universal recognition and approval from the part of the economics profession. Thus, the quest has been for initial 'building blocks' which could eventually help us into a more general construction.

What follows is exactly that sort of output. Four senior economists respectively in charge of the enquiry in Argentina, Brazil, Colombia and Venezuela examine herewith the outstanding 'general topics' encountered during the course of their individual explorations. No effort has been done in order to avoid them repeating each other, nor is there any reason to believe that these are the only 'main issues' emerging from their case studies. Taken together with the previously mentioned survey paper written by the Programme's Director, the pages that follow should be regarded as preliminary theorizing efforts and as a first attempt at bringing out some of the major policy issues that need to be faced in the Latin American metalworking escenario. It is clear that most of the issues to be examined deserve careful consideration inasmuch as they point out towards the kind of thinking that needs to be followed if we eventually are to have a theoretical and policy framework useful for the Latin American region, in the broad area of metalworking industries.

I. THE LEARNING EXPERIENCE OF SELECTED PLANTS
OF THE ARGENTINE METAL - ENGINEERING INDUSTRY
(Some evidence and issues)

Julio Berlinski

Julio Berlinski has a Ph.D. Degree in Economics from Harvard University and is a Research Fellow at the Centro de Investigaciones Económicas of the Di Tella Institute. This paper was financed through an agreement between the Inter-American Development Bank and the above mentioned Institute. Such agreement is part of the IDB/ECLA/IDRC/UNDP Research Programme on Scientific and Technological Development in Latin America. The author wishes to thank A. Svidler and L. Beccaria for their comments. The points of view are his own and should not be attributed to them or to the sponsoring Agencies. A final acknowledgement refers to the efficient secretarial assistance of M.C. Iriarte.

TABLE OF CONTENTS

	Page
1. INTRODUCTION	6
2. SOME EVIDENCE	7
2.1 The selection of plants	7
2.2 The diesel-engine plant	8
2.3 The agricultural machinery plant	9
2.4 The foundry	10
3. THE ISSUES	11
3.1 User needs	11
3.2 Market structure and the cost of learning	12
3.3 Scale and the organization of production	13
3.4 Embodied vs. disembodied technical change	15
3.5 A summary	16
4. CONCLUSIONS	19

1. INTRODUCTION

This paper intends to provide a summary of the principal issues of the case studies on Argentina's metal engineering industry. So, this is a short closing paper of three years spent in understanding the different dimensions of technical innovations. Before arriving at the plant level, two papers were written (1) looking for regularities in several cross-sections of firms in order to provide insides to plant's selection. It should be pointed out that the choice of cases faced several constraints: our own criteria, the relative paranoia of firms undergoing the impact of structural adjustment, the cost of "ideal" information beyond the available figures, and the budget constraint of the research project. On the other hand, the scenario of "opening" the economy allowed us to have a small laboratory concerning the adjustment of the different departments and human resources of the plants to those changes.

The paper has two main sections, one related to the "evidence", where a summary of the basic "message" of each case is presented. In the second the outline of selected issues is intended, either to lead to further research or to their policy implications for industrial development. The issues presented are the outcome of the studies, to that extent they may not cover all those which could be found if we had had the ideal sample of cases in a different framework.

(1) BERLINSKI, J., (1979,1980), "Productividad, escala de los establecimientos y exportaciones en actividades de la industria metalmecánica argentina" and "Características tecnológicas de establecimientos de la industria metalmecánica argentina".

2. SOME EVIDENCE

2.1 THE SELECTION OF PLANTS (1)

To provide a framework for plant's selection, a cross section of firms was used to learn about "choice of techniques". This allowed us to identify a group of activities producing engines, cars and tractors which presented high levels of employment with productivity indicators distributed in several brackets. Those plants reflected lower levels of backward integration as well as small proportions of exports to total production. Regarding incentives, they benefited from special regimes which imply strong restrictions on import competing products.

A second group involved in the production of machinery for agriculture and to work steel and wood showed different characteristics. Here production series were shorter and products seemed closer to user needs, so demand was inelastic. The specific aspects found were: a) backward integration was higher than in the previous group, b) levels of protection were lower, c) they seemed more open to international trade on the export side, but exports were mainly destined to developing countries, d) a high proportion of firms showed employment figures in the bracket of 50 to 150 persons.

Given the characteristics above mentioned, the number of firms studied were three (with four papers), two in the first group and one in the second. Technical innovations in the cases of the first group were basically of the process type and the firm chosen as "representative" of the second subset was mainly oriented towards product innovations.

(1) BERLINSKI, J., (1980), "Características tecnológicas de establecimientos de la industria metalmecánica argentina".

2.2 THE DIESEL-ENGINE PLANT (1)

During the 70's technical innovations were classified into embodied and disembodied. The first related to changes in the lines of blocks and cylinder heads, given by the introduction of new products, and at the same time an increase in backward integration took place through the new crankshaft line started in 1972-73. Regarding disembodied innovations, the increasing importance and relative inertia of indirect labor, tend to concentrate in them learning by doing in the production process. Innovations during the 70's vis-a-vis those for the 60's showed that local engineering took an outstanding role in decisions concerning the management of the plant.

Afterwards, the analysis was centered in the new 6 cylinder engine introduced in the second part of the 70's, providing estimates of the change in the time standards of production within the plant. Such comparisons are interesting because the engine Phase II and the Phase IV (new) are produced at the same time. For that reason machines bought to produce the new engine were also adapted to do the former. Two issues were brought to our attention: a) overlapping tasks, given by the fact that a task could be split into time spent in preparing the piece and time required to perform it (technological time). That division allows a better use of labor, by letting a worker do a different task (s) in a second (third) machine or process, during the technological time of the first (second) one; b) another subject was concerned with the relative importance of modified machines introduced in several lines of production. This summarizes some dimensions of learning by local engineering, allowing them to take obsolete machines (or out of use) and managing their changes according to the new needs of the production process. In such a way,

(1) BERLINSKI, J., (1981, 1982), "Productividad, escala y aprendizaje en una planta argentina de motores" and "Cambios en la información técnica y aprendizaje en una planta argentina de motores". Monografías de trabajo N° 40 y 48. Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

the learning process induced an interaction between the design of modified machines and the better overlapping of tasks.

2.3 THE AGRICULTURAL MACHINERY PLANT (1)

This case study analyzed the evolution of product innovations in a plant producing machinery to work the soil and to sow. The study was made on selected "families" of products for sowing and ploughing. Innovations during the 70's showed a different pattern, in the second half of the decade user needs had a greater impact in product engineering. Innovations in seeders were induced by diffusion of agricultural practices, specially regarding seeding uniformity and the impact of hybrids. The effect was: by the end of the first half of the 70's the plant's seeder became very sophisticated and the firm lost market share. So, in the next "generation" simplicity was stressed. This trajectory was very similar in the family of harrows, their underlying reasons seemed different but did show in common the greater influence of the producer, which was generally the case in the first half of the 70's. The sequence of the introduction of changes in both machines reminded us of the so called "compulsive" sequences characteristic of interdependent systems (2).

In both cases the evolution of the time standards of tasks shows a high increase by the end of the first quinquennium, later on a reduction consistent with the greater simplicity of machines. Regarding relative prices, "natural" protection of the seeder allow producers to increase its real price relative to the harrow where the market is more competitive. The outstanding feature of

-
- (1) BERLINSKI, J., (1981), "Innovaciones en productos y aprendizaje (El caso de una planta argentina de implementos agrícolas)". Monografía de trabajo N° 43. Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.
 - (2) See ROSENBERG, N., (1976), "The direction of technical change: inducement mechanisms and focusing devices", in Perspectives on Technology, Cambridge University Press.

innovations was the learning process regarding trials and errors associated with uncertainty in new product innovations, specially in capturing user needs and the possible reaction of competitors.

2.4 THE FOUNDRY (1)

Innovations oriented towards labor saving devices were analyzed for three products. In the case of blocks such savings were accompanied by small investments in Coremaking and by a high capital increase in Chipping, also by a general effort of rationalization in time and motions. Concerning the exhaust and inlet manifolds, time reductions took place in operations specially in Coremaking and Castings. As far as the camshaft is concerned there was a change in inputs towards alloyed iron, reducing the time assigned before to prepare casting moulds in order to harden the cams. Also an analysis was made of a captive consulting firm, which supplies not only the needs of the plant but also provides services to other firms. So, the latter absorb the experience of being in touch with the former allowing to redistribute the fixed cost of operating the consulting firm.

The study reflects some aspects of a foundry's history, where apart from the traditional problems concerning the metal engineering industry (scale and batch), the functioning of the sections of Melting and Coremaking with such specific characteristics were added. While the technology of a foundry is mainly free, the barriers to entry are given by the years of experience required to master the technique. It was also shown that the adjustment process of a slow down in production resulted in hoarding of supervisors; this relative inertia may be used to suggest some location of management's learning.

(1) BERLINSKI, J., (1982), "Innovaciones en el proceso y aprendizaje en una planta argentina de fundición". Monografía de trabajo N° 45. Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

3. THE ISSUES

3.1 USER NEEDS

The case studies show the importance of user's need consideration in achieving success in innovations (1). This may be seen when product as opposed to process innovations is considered. But, in the case of the agricultural machinery plant, once the importance of user needs considerations is granted, it is difficult to evaluate the content of solutions of user's critical comments. Specially because user needs objectives are general (like getting seed uniformity), while the seeder is a complex product where changes can not be attained in a simple way. On the other hand, some of those objectives have a normative content given by the role of INTA (2) concerning research and diffusion of best agricultural practices. Among INTA's activity the following are worth mentioning: a) the contest of seeding uniformity (1967) and b) the commission for testing agricultural machinery (CODEMA (3), 1978). Both events have in common the idea of giving information to potential users, also to provide advice in order to incentive technical change by producers. The underlying assumption being that the price system does not give all the information needed for decision making. The importance of INTA's activity arises from the public good nature of research and development in agriculture, in which case problems such as optimal supply, spillover effects and preference revelation will appear (4).

-
- (1) On the greater success of projects which consider user needs see the synthesis made in Von HIPPEL, E., (1976), "The dominant role of users in the scientific instrument innovation process", Research Policy, July.
 - (2) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
 - (3) The members of CODEMA are apart from INTA, the Association of producers of agricultural machinery and the Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
 - (4) SAMUELSON, P.A., (1969), "Pure Theory of Public Expenditure and Taxation" in MARGOLIS, J., and GUITTON, H. (Ed.), Public Economics, MacMillan.

In the other cases where innovations were process oriented, the influence of user needs is "derived". In the engine's plant it is, for example, the trucks plant which may require the introduction of new engines according to its market strategy. In a similar way in the foundry product engineering is mainly provided by the user. But here it may be pointed out what happened with alloyed camshafts and the captive engineering firm selling services to other clients. In the first case the piece was made of grey iron and metal moulds were introduced to get the cams the right hardness, reducing the carousel's speed. The introduction of alloyed iron reduced the time required for casting after users accepted the suggestion of the foundry. Regarding the engineering firm, working mainly in processes did not inhibit them to transmit their experience in product engineering while doing consulting for other foundries (1).

3.2 MARKET STRUCTURE AND THE COST OF LEARNING

Since the nature of learning is determined by the system of incentives, the cost of learning may impose an excess burden if firms are unable to shift it. However the situation is not the same in each case. Local soil conditions and agricultural practices provide "natural" protection to domestic production of agricultural machinery. That is why, given the high cost of entry, market competition for some products is imperfect. Specially in cases where changes in technical information seem to be a necessary condition for maintaining market share. To explore this hypothesis a price index was computed relating the prices of seeders and harrows. The indicator did show that changes are clearly associated with the price of new seeders. While the market for harrows

(1) For a similar kind of indirect effects see TEUBAL, M., (1981), "The R&D performance through time of young, high-technology firms: methodology and an illustration", Discussion Paper N° 814, The Maurice Falk Institute for Economic Research in Israel.

is more competitive, competition among the few in the case of seeders was accompanied by a stronger effort in experimentation and development. On the other hand, CODEMA's tests show satisfactory results for the seeder, suggesting that a higher profitability may be turned back to users in greater R&D.

The absorption of the cost of learning is different in the other cases. In the foundry, the captive plant's engineering firm has today a size which allows it not only to supply the needs of the foundry but also to sell services to other clients. This greater autonomy, respect to the alternative of doing the same job only within the foundry, implies a different size of the consulting department and a different cost. Presently the fixed cost of functioning is distributed among several firms. In the case of the engine's plant, inertia of indirect labor suggested the location of learning about the production process, for example, the ability of their engineers to modify and build machines. The starting point of modifications were machines out of use, adapted to changes in production lines affected by the introduction of a new engine. The modification itself was subcontracted under the direction of the plant's engineering. As it may be expected this implied lower "prices" for those capital goods. In a similar way, in the agricultural machinery plant a subcontracting process, was also identified regarding some current inputs (gears, ball bearings, gearboxes). So, it may be the case of applying the paradigm of the active-user, where he develops a product (either current input or capital good) and then in a final phase subcontracts its production (1).

3.3 SCALE AND THE ORGANIZATION OF PRODUCTION

(1) See Von HIPPEL, E., (1978), "A customer active paradigm for industrial product idea generation", Research Policy, July.

Among the cases analyzed, continuous and discontinuous flows of production could be found. The former being also affected by the size of the batches. But, the point of departure in choosing the adequate organization of production is the size of the market. The case of the engine plant is a typical example of continuous flow, but here specialization is not complete. In the early 70's some lines of blocks and cylinder heads were split, increasing specialization. Before, 4 engines were mechanized in the same lines, later they were broken down in one line for a 6 cylinder engine and another one for 3 engines of the same family. Next, in the second half of the decade due to the introduction of a new engine, a decrease in specialization was faced by the lines of blocks and cylinder heads as well as crankshafts.

The case of agricultural machinery is one of small batches of production in nearly all countries. In addition, given some idiosyncratic characteristics of marketing in Argentina the need for smaller batches is reinforced. This is so because in order to have exclusive distributors it is necessary to supply a large list of products. In the foundry, scale is more associated to the functioning of the Casting department, where production in batches along a carousel is typical.

The nature of the organization of the plants studied may allow to distinguish between task (or line) productivity (production per hour) and aggregate productivity of the plant (1). Here, the different sizes of batches for several departments within a plant may be a source of strong discrepancies of productivity estimates. In other words, production of diversified products will imply an asymmetry among departments in machine's preparation time for each good which will be reflected in those estimates (2). The literature of economies

-
- (1) See PACK, H., (1979), "The capital goods sector in LDC's: A survey", mimeo, World Bank.
 - (2) The negative trade off between production per hour and relative machine preparation time was estimated at the line and shop level for the engine and agricultural machinery plants.

of scale (1) adds other sources, but we think that in the case studies made diversification of production (either in lines or shops) was the basic reason for not attaining larger economies of scale.

3.4 EMBODIED VS. DISEMBODIED TECHNICAL CHANGE

In the case of the engine plant, a general approximation of innovations during the 70's allow us to classify them into embodied and disembodied. The former, embodied in capital goods and blue prints regarding product engineering. Concerning process innovations, in the early 70's solutions were more tied to advice from the European plant, later on process engineering was more "free", taking as a point of departure the approach towards critical problems followed by the European plant. In this way, by the end of the decade, investments related to the new 6 cylinder engine allowed them to produce also the former (Phase II) with new machines. So on the one hand, specialization in several lines (blocks, cylinder heads, crankshafts) was reduced, but on the other new machines were also used to mechanize the older version.

It could be stated by analyzing innovations introduced up to early 70's, that disembodied innovations "followed" the embodied one's. This is so, because decisions of buying capital goods or product's blue prints were mainly exogeneous to the engineering of the plant, who had to adapt themselves to the specific conditions of production embodied in the new machines. However, from then on and specially when the new engine of 6 cylinders was introduced, there were several signs of change in the behavior of local engineering. They seemed to "anticipate" to a greater extent the kind of technical change which would later be classified as embodied. Here a difference appears in the anal

(1) See, for example, PRATTEN, C.F., (1971), Economies of Scale in Manufacturing Industries, Cambridge University Press.

ysis of innovations. It is about the degree of "involvement" of local management; the more exogeneous decisions are to them, the better the conventional definition applies. The degree of endogeneity does not imply production within the plants but only direction by their engineering. The time saved in overlapping operations, the relationship between this overlapping and machines bought or modified under the leadership of plant's engineers are examples of the problem in distinguishing the degree of technical change embodiedness.

3.5 A SUMMARY

In order to provide a summary of the characteristics of the case studies Table N° 3.1 was made. Being a double entry table, each subject can be seen across firms and viceversa, which helped for the selection of issues. Since reading the table is self contained, let us just stress a couple of general points: the basic contrast between product and process innovations; the latter cases (engines and foundry) with a different incidence in the cost of labor. This contrast does not imply that the relationship between both types of innovations was overlooked, but as far as technical change was concerned the "leader" was identified. Another aspect refers to the different international trade orientation of the cases, where some showing process innovations were more "closed" not only from the import side but also towards exports.

- Our first hypothesis is that the specific system of protection which determined the size of the domestic market (discouraging exports) have characterized the learning process. In the cases analyzed, being near to the final user provided higher incentives towards change and less concern about process innovations. On the other hand, distortions in learning orientation is better seen regarding process innovations. For this purpose let us have a closer look at decisions concerning plant's investments. The first "round" was gener

ally exogeneous to the firm, so technical change was "embodied" in machines or blue prints. Also, first decisions implied the organization of production (flow or shop), so next "rounds" were determined to a great extent. In addition, disregarding cost considerations have produced "deviations" in learning towards less priority areas. Our second hypothesis is that learning by doing is a complement of production, which reinforces the effect on informal learning of the trade orientation of incentives. Finally, the small laboratory provided by the 1978/80 stabilization program showed that according to the "market" test some activities acquired "wrong" skills, but in some cases learning by doing (either "right" or "wrong") provided greater flexibility of adaptation to the new situation.

TABLE N° 3.1

THE LEARNING EXPERIENCE OF SELECTED PLANTS

SUBJECTS	CASE STUDIES		
	DIESEL ENGINES	AGRICULTURAL MACHINERY	FOUNDRY
1. Innovations	Process	Product	Process
2. Source of innovations	Foreign plant (royalty) and experience	Copy and adaptation (patents)	Copy and adaptation (neither royalties nor patents)
3. Cost of learning	Foreign plant and indirect labor	Indirect labor	Indirect labor and captive consulting firm
4. Diffusion of learning	Small	High	Through captive consulting firm
5. Share of labor costs in material costs (1973)	13%	24%	29%
6. Domestic demand	Special regime of protection (QR's)	Niche, given soil and domestic ploughing and sowing practices	Captive of the car industry
7. Exports	Low (compensated trade)	High (to neighboring countries)	Low (with associated firms)

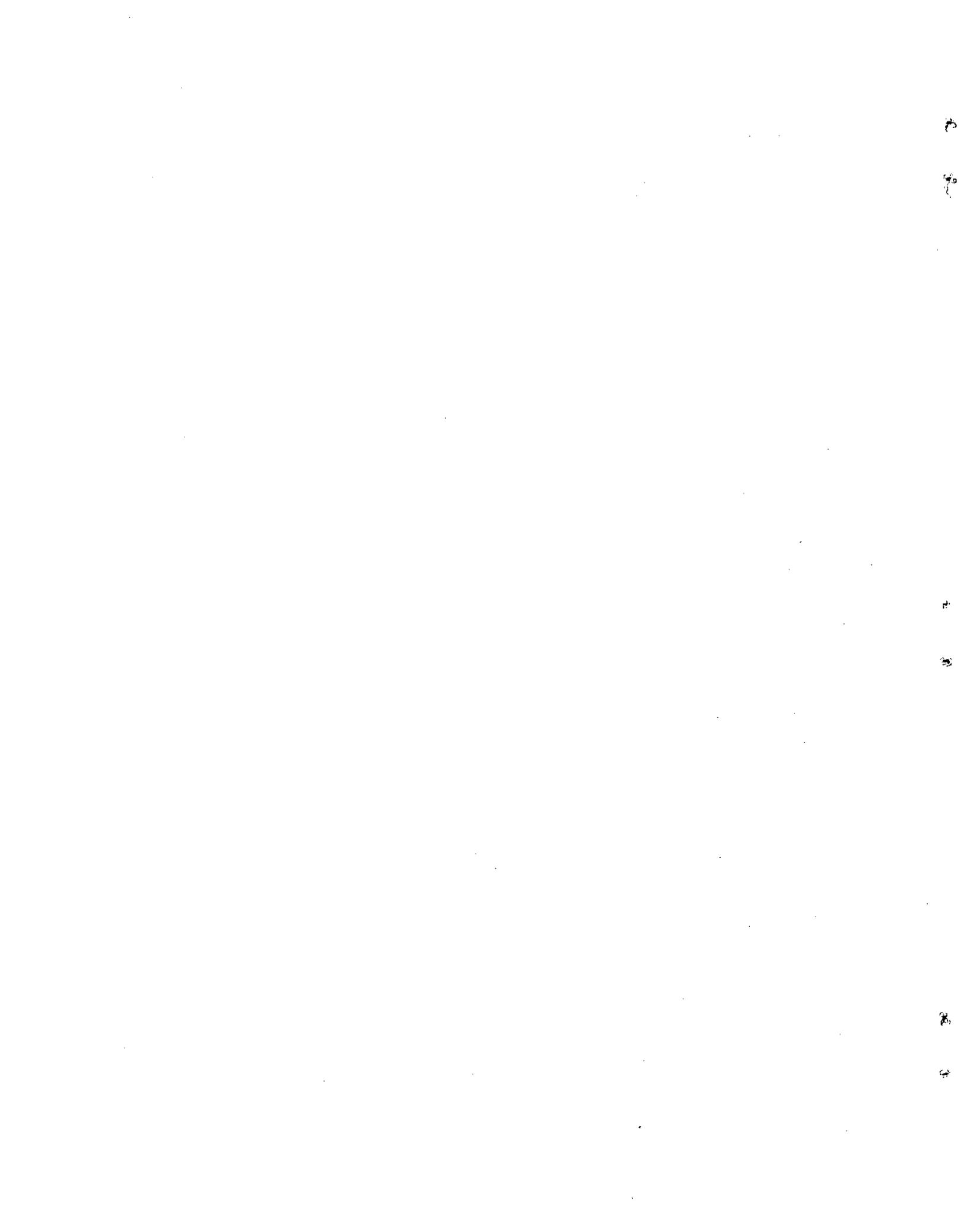
SOURCES: Case studies summarized in section 2.

4. CONCLUSIONS

The case studies made and the issues presented refer to "informal" learning within the plant conventionally called learning by doing. We have explored some dimensions of product and process innovations, and our impression is that there is evidence for "raising" the subject from the footnotes to the text. Of course, it may also be said that the small number of firms studied would suggest the enlargement of the cases, either covering similar issues or making comparisons between local and foreign firms. But we think that this short closing paper should refer to some questions which may be the starting point of further research.

Since the firms under analysis were born and lived thanks to specific protective practices, would learning by doing have been different if plants had been more open to international trade?. Further, would the difference be found in the size of learning or also in the nature of it?. We will present briefly our points of view.

The present pattern of informal learning was determined by the system of incentives. Learning by doing may be considered another output of the production process and the market (domestic or foreign) should provide signals for it in the long run. Imperfections of markets provided the possibility of shifting to users the cost of learning, but the public good nature of some R&D may have resulted in cross subsidization. In this case the question of optimal supply may be raised, claiming for government intervention. It was also seen that the more capital intensive a process is, the more (and/or different) learning by doing will be found in the plant's engineering, which could be transferred to other firms by "walking out". But barriers to factor mobility and the absence of perfect capital markets suggested that moving relative prices in the right direction would not be enough if mastering the techniques of production required time. So, while appropriate policies may reduce the bias towards exports, it could also be the case for recommending infant industry protection on "learning" grounds.



II. MAIN ISSUES EMERGING FROM RECENT RESEARCH
ON SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FRAMEWORK
OF THE IDB/ECLA/UNDP/IDRC PROGRAMME

Hélio Nogueira da Cruz

Hélio Nogueira da Cruz is a Research Fellow at the Fundacao Instituto de Pesquisas Economicas(FIPE). This paper was financed through an agreement between the United Nations Development Programme and the above mentioned Institute. Such agreement is part of the IDB/ECLA/IDRC/UNDP Research Programme on Scientific and Technological Development in Latin America.

CONTENTS

1. The technological environment and initial phases of industrialization;	24
2. Continuous and discontinuous productive processes and the idiosyncrasies of the production functions;	25
3. The nature of the technological learnings process;	26
4. From imitation to self-development;	27
5. Growth, market structure and specialization;	28
6. National and foreign firms;	30
7. "Frontier" technological change and technology absorption;	31
8. Rhythm of innovations and economic cycle;	32
9. Formal and informal mechanisms of technology absorption and transference;	33
10. Interdependence between technological change in process and product;	34
11. Complementarity and technical substitution;	35
12. International trade, technology and industrial policies.	36
REFERENCES	38

1. THE TECHNOLOGICAL ENVIRONMENT AND THE INITIAL PHASES OF INDUSTRIALIZATION

All the countries in Latin America, at the time when their industrialization began had different industrial bases, which conditioned the evolution followed by each one of them. Included among the elements that make up this existing industrial basis are: availability of capital (including the structure of the financial sector and the existence of physical restrictions in the use of imported equipment), labor (according to qualifications) and the size of the domestic market (including the transportation and communication branches). Brazil, for example, had a larger domestic market and less qualified labor available than Argentina. This partly accounts for the appearance of large firms or groups since the 40's (as in the case of Romi) and a large number of small firms with training of labor being done basically in the production process in Brazil's case, while in Argentina what happened was that smaller firms were created using more qualified labor. Based on these distinct industrial environments each sector followed different a path depending also on the economy's growth rate, the industrial strategies established (existence of branches such as the auto-industry, key-industries, etc) and the foreign commerce policy.

The effects of these factors reflect upon the market organization (degree of specialization, subcontracting, importance of externalities and indivisibilities) and on the nature of the

accumulated technological experience. As a result, the firms that were established had very particular features, which however does not mean that they refrained from using innovations developed in more advanced countries. The path followed by countries like Brazil can be very relevant to other countries with similar industrial bases, and there have been cases of official offers of installation of productive plants in other regions (Mexico for example offered favorable conditions to Romi in order to establish itself there).

2. CONTINUOUS AND DISCONTINUOUS PRODUCTIVE PROCESSES AND THE IDIOSYNCRASIES OF THE PRODUCTION FUNCTIONS

The production functions in the sectors with discontinuous productive processes tend to be more idiosyncratic than those of continuous processes.

In the first case, the production is less "tied down" by the machinery, making it possible to make greater use of universal-type equipment, which provides greater flexibility in the production of small lots of a large variety of models in order to face the instability of the demand. These productive processes more easily allow the use of machines with different degrees of precision and sophistication, although the balancing of equipment becomes very complex. On the other hand there is a wider range of possibilities of minor adaptations, such as the creation of special devices or machines. The training of labor requires direct

experience in production conditions particularly in the case of skilled employees, in which case implicit elements and "pocket rules" can be acquired with greater effectiveness. Apparently, firms having a discontinuous productive process are more distinct in the NIC than in developed countries as opposed to the sector with continuous productive processes. Nevertheless, with the progress of the branch in the NIC, they may tend to approach the developed countries in terms machinery, type of labor and product specifications, but not necessarily in relation to degree of roundaboutness, etc.

3. THE NATURE OF THE TECHNOLOGICAL LEARNING PROCESS

In countries in which the technological environment was not very developed at the time of the initial industrialization, the technological learning process usually began through "learning by doing", in close relation to the blue-collar workers related to the production process. As the sector progresses, there is an increasing need of white collar workers in order to tackle other technological areas, such as projects, organization and the process itself. In this phase there is a greater use of more formal mechanisms of creation and absorption of technology, such as technical assistance, contracts, product licensing and international travels. In the this case, the labor used has a higher formal instruction than the former. Evidently this last phase requires the knowledge

absorbed in the former phase (many cases of training in production in order to create a more adequate engineering for the firm were observed).

The timing of the learning process in the first phase depends on the countries' metal mechanic tradition and in this case it is more difficult to accelerate it by means of macroeconomic policies than the second one; besides, it is more time demanding in terms of absorption. For the second phase there is a need for industrial groups of a larger size and financially stronger; these however, can be more easily accelerated. Technological knowledge, particularly in terms of productive process, is incorporated mainly in the labor force (at least in the first phase in which the machinery is of universal type). Very long demand crises may disperse these talents which were painfully accumulated throughout time.

4. FROM IMITATION TO SELF-DEVELOPMENT

As a rule, the domestic firms began their activities in metal-working by copying simple models of imported products which frequently were at hand in their own plants and with which they were familiar due to its use in the production. As time passed, changes start being made in the design, new components are incorporated, specifications are modified, etc. At the same time the firms tended to copy more sophisticated products, as a response to the market's new requirements, reflecting an increasing technological capability. At times this process was accelerated through foreign technical assistance. Later, depending on the behavior of

the domestic demand and on the size of the firms they begin to develop their own models, with or without various forms of technical assistance. These latest models may signify an even greater degree of technological sophistication. Evidently every firm does not necessarily go through this whole process, being it possible to bypass anyone of the phases; in some cases the firm might remain in an initial stage, specializing in simpler products.

This process' timing will depend on the market's structure (as a result, on the size of the producing units, the domestic market's growth rate, and the degree of technological sophistication required by the domestic market). It should be observed that in the case of Latin American countries, due the long-lasting market reserve policy, the firms tend to produce initially for the region itself and later for other markets. The case of countries like Korea and Taiwan indicate that an exporting policy might alter this type of behavior.

5. GROWTH, MARKET STRUCTURE AND SPECIALIZATION

The market structure and the specialization patterns in the various regions of Latin America were strongly conditioned by the industrial organization of the branch during the first years of industrialization, and by the market's size and growth rate. In the Brazilian machine-tool sector productive activity practically begins with two large-sized firms. Due to metal working sector's low stage of development and the inexistence of trustworthy

suppliers the two firms were impelled to adapt measures of increased "roundaboutness". Due to their size, some of the indivisibilities were surpassed, allowing the absorption of part of the scale returns associated with various activities such as the foundry services. Actually these firms functioned as development "poles" within the sector, establishing relatively high quality standards since the beginning of activities, training labor, and creating means of commercialization and information. As the domestic market grew, a considerable number of products appeared based on the existing metal working experience, although with a relatively low level of technical knowledge and scale of operations. As time passed, a tendency of greater specialization among the producers and within the firms can be observed; even today however, because of the sector's type of origins, there is but a small degree of subcontracting, as compared to the countries on the "technological frontier", although some of the existing firms are of a size comparable to the largest in the world. This type of evolution was made possible by a relatively large domestic market having a high growth rate. As a result of this production structure consisting of a few large-scale firms and of a strong, at least potential, competition among the various producers, the sector reached the production of sophisticated models, having some of these been developed by the firms themselves.

6. NATIONAL AND FOREIGN FIRMS

The foreign firms, although operating on a small scale if compared to the home plants, distinguish themselves from the national firms by the fact of having greater availability of technical information relating to process and products with established trademarks; additionally, in most cases they have a greater financial power. As a result they tend to specialize in technologically more sophisticated products among those produced in Latin America, in this way elevating the degree of sophistication of the domestic-made products.

In the inicial stages, the multinational subsidiaries often seek to associate themselves or to acquire existing plants as a way of getting information as to the local production conditions (type of labor available, commercializing mechanisms, etc.).

These firms create externalities, mainly related to the training of skilled labor and to the development of suppliers with higher standards. The foreign firms put a pressure on the more capable national ones by competing in the more sophisticated segment of the market.

Apparently these firms can have a better performance if measures to stimulate exports are taken, following the models of Korea and Taiwan, particularly in cases in which the trademarks are of high value, so that they can produce on a larger scale.

7. "FRONTIER" TECHNOLOGICAL CHANGE AND TECHNOLOGY ABSORPTION

Differences in market structure, in the productive processes, and in types of products can be seen between LDCs and DCs even in the case of sectors in which technology has long been stabilized in the technological frontier countries. In the case of sectors in which the technology is going through great changes in the "frontier" countries, the differences become even greater. Thus, the presence of multinational firms, and large-scale domestic firms tend to become favorable factors of technology absorption in LDCs.

Although a great deal of the technological innovation in the metal-mechanic sector is associated to the labor factor, there is a strong complementing interaction between machinery and labor in many of its activities. The learning process of machinery operating requires a great deal of direct contact with the equipment. As a result, a considerable amount of the occurring innovations are transmitted to various regions by the products supplied by the capital goods industry. This type of action is of particular importance in the capital goods sector, since it indirectly leads to technological changes in practically all of the metal-mechanic sector when a product is altered; it is additionally affected by the machinery it acquires or produces. This sector would therefore be strategic in terms of technological change in the industrial sector as a whole.

The absorption of technology, as opposed to simple

transferring, requires a favorable environment which includes a metal-mechanic tradition that allows for the training of labor and the organization of relatively stable institutions (firms, technical schools, etc.). With these elements the sector will be able to adapt technology more adequately and to speed up the rhythm of innovations as the technological frontier presents further progress.

8. RHYTHM OF INNOVATIONS AND ECONOMIC CYCLE

The pace at which process and product innovations occur seems to be strongly related to the evolution of the economic cycles. What apparently occurs during high periods of the cycle is an intensified investment in machinery, as well as reduction of excess capacity, thus raising labor productivity. The types of product however, remain mostly unchanged during this phase of the cycle. A greater effort in coming out with new products occurs in periods of reduced demand, as a means of trying to reach other segments of the market and of keeping highly qualified labor occupied. Evidently, a very severe crisis might have devastating

effects, possibly disorganizing the sector.

Constant demand fluctuations require almost permanent recomposition of the producing forms, particularly in the sectors with discontinuous production process: sizes of lots, work force and even the degree of subcontracting is changed. Frequent adaptations in the productive process are required.

"Bigger" technological changes behave in a more independent manner in relation to current demand. Large-scale machinery acquisitions, changes in plants and the development of new products which represent significant improvements usually require a greater time-span and larger financial resources. They also depend on long-range expectations and may be affected by sharper conjunctural fluctuations.

9. FORMAL AND INFORMAL MECHANISMS OF TECHNOLOGY ABSORPTION AND TRANSFERENCE

The various case studies indicate that informal mechanisms of technology absorption are particularly relevant in the initial phases of the metal-mechanic sector among several regions. A great deal of the technological knowledge not incorporated in machinery is acquired through "learning by doing". Apparently the penalties associated to product patenting are quite unneffetive. Formal mechanisms of transferring of process and product technology acquire increasing importance as the different sectors approach the technological frontier with the production of more and more sophisticated products (even in discontinuous

sectors). In this phase technical skills become increasingly specific and precise (and maybe more liable to patenting). Nevertheless, in this more advanced phase a great deal of the skills are incorporated in the labor factor, which cannot be controlled as strictly as for example, patents.

10. INTERDEPENDENCE BETWEEN TECHNOLOGICAL CHANGE IN PROCESS AND PRODUCT

Technological innovations of product and of process have showed themselves to be strongly interdependent. In the case of small mechanical shops the products are of a simpler kind; this is compatible with their scarcity of equipment and technical qualification. As time goes by the observed tendency is of improvement of equipment and in this manner, of production of more sophisticated products. In order to continue the advance in terms of product, improved plants are required and so on. During certain phases, the process is drawn by the product; in other phases, due to the inevitable existence of excess capacity in some of the plants' sectors, to the equipments' heterogeneity, and to the unbalanced internal production capacity, the impulse of product innovation is given by the production process. Within the metal-mechanic sector this interdependence is strengthened if one recognizes that to increase a product's sophistication and precision, more sophisticated equipment is required. The association between product and process technological change becomes ever stronger as the firms make less intensive use of subcontracting policies.

As a result, the effects of relative price variations in regard to labor and equipment have distinct effects on different firms, depending on product and their stage of development within the sector.

Technological change in terms of organization seems to be linked to the size of the firms, which acquire more formal features with the growth of the scale operations.

11. COMPLEMENTARITY AND TECHNICAL SUBSTITUTION

Apparently greater possibilities of substitution between different types of equipment and various labor qualifications occur in the sectors whose production processes are more discontinuous and whose range of products are less sophisticated.

In the case of discontinuous sectors, one frequently observes the use of universal-type equipment and the production of various models simultaneously. This is strongly associated to demand instability which imposes frequent recomposing of the forms of production. The sectors with greater continuity on the other hand, have a greater complementarity between their activities, which are more connected with each other.

Among the sectors with discontinuous production processes production flexibility is greater in the case of simpler products. As the final product becomes more sophisticated and precise, requirements of specialization of equipment and qualification of labor become greater.

12. INTERNATIONAL TRADE, TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL POLICIES

The first element of economic policy which appears in the various case-studies is the one dealing with the intensity and time-span of measures of protection of the domestic market. Apparently, different industrial sectors require different degrees of protection in order to develop basic metal-mechanic skills among the various regions and the different types of products. After some time the degree of protection may be diminished in order to stimulate competition in the domestic market; however it must be taken into consideration that the timing of the changes is different among the various activities, depending mainly on the technological progress already achieved, the pace of the innovations in the technological "frontier" countries and on the structure of the domestic market. A policy to stimulate exports might be very useful in attaining a larger scale of operations among the various producers and in encouraging contact with the activities in other regions.

Another important element was the technological environment existent in the areas where the activities developed. The development of a metal-mechanic sector requires the creation of stable institutions, which can organize a certain amount of basic technical skills (which may or may not be empirical) that are accumulated along the years including everything from simple forms of operating machinery to designs of advanced products. The forms in which these elements are incorporated are complex, and apparently fragile. A policy of continued economic recession or of opening of the domestic market might cause great losses and disorganize the existing institutions (firms, etc).

Finally, due to the widespread existence of externalities a policy should be followed that supports the creation of a background of technological skills, particularly in terms of knowing what is happening in the "frontier" countries in order to permit a choice of alternative paths to follow.

REFERÊNCIAS

1. A BERNATHY, W. & UTTERBACK, J. - "A Dynamic Model of Process and Product Innovation": Omega, vol. 3 nº 6, 1975.
2. COMISSÃO ECONÔMICA PARA AMÉRICA LATINA - CEPAL. La Fabricación de Maquinarias y Equipos Industriales en América Latina II - Las Maquinas Herramientas en el Brasil. N.Y. Nações Unidas, 1962.
3. CRUZ, H.N. - Evolução Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas de Processar Cereais - Um Estudo de Caso. Programa de Investigações sobre o Desenvolvimento Científico e Tecnológico na América Latina, Monografia de Trabalho nº 39, Argentina, BID/CEPAL/PNUD/CIID, 1981.
4. CRUZ, H.N. - Mudança Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas. FIPE, 1980
5. KATZ, J., CASTANHO, A. e NAVAJAS, F., Etapas Históricas y Conductas Tecnológicas en una Planta Argentina de Máquinas Herramientas. Monografia de Trabalho nº 38, BID/CEPAL/PNUD/CIID, 1981.
6. NELSON, R. Innovation and Economic Development: Theoretical Retrospect e Project. 1978 CEPAL/BID e Nações Unidas, Monografia de Trabalho nº31.
7. SILVA, M.E. Inovação Tecnológica no Setor de Máquinas Ferramentas Brasileiro: um estudo de caso. tese de mestrado, FEA/USP, 1982. (Monografia de Trabalho nº46, BID/CEPAL/PNUD/CIID, 1982.)

III. DESARROLLO INDUSTRIAL DE CINCO EMPRESAS
METALMECANICAS COLOMBIANAS: RESULTADOS
Y CONCLUSIONES GENERALES

Diego Sandoval

Diego Sandoval es ingeniero industrial de la Universidad de Los Andes en Bogotá (1973), posteriormente realizó estudios de post grado en Economía en la Universidad de Los Andes (1974) y de M.Phil en la Universidad de Oxford (1978-1980). Este trabajo fue financiado a través de un convenio entre el Banco Interamericano de Desarrollo y la Corporación Centro Regional de Población (Bogotá, Colombia) entidad que forma parte del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Se basa en los resultados obtenidos por los autores en los estudios de caso desarrollados en el mencionado convenio. Los casos son: SOFASA, FORJAS, CONASTIL y COLMAQ, desarrollados conjuntamente por Diego Sandoval, Mauricio Mick, Lía Guterma, Liliana Jaramillo y el trabajo estadístico de Mónica Santamaría y DISTRAL por Manuel Ramírez y José Leibovich.

CONTENIDO

Introducción	42
I. Resultados y Estudios Previos	44
II. Conclusiones Derivadas de los Estudios de Caso	48
1. Orígenes de la Empresa	49
2. Tecnología Seleccionada	51
3. Características de los Equipos	52
4. Secuencia del Desarrollo Tecnológico	54
5. Integración Vertical	55
6. Efectos del Tipo de Mercado	56
7. Papel del Estado	60
8. Algunos Desarrollos Tecnológicos Observados	63
9. Capacitación y Entrenamiento	65
10. Morfología del Mercado y Naturaleza del Cambio Tecnológico	69
III. Conclusiones y Resultados Generales	73

INTRODUCCION

Con este informe finaliza la segunda etapa del programa BID-CEPAL-CCRP de Investigaciones en Ciencia y Tecnología. Durante la primera etapa iniciada en 1976, la localización física de los estudios fue la CCRP, pero los investigadores dependían directamente del BID y de la CEPAL; durante tres años se realizaron tres estudios: uno sobre los cambios en productividad en la industria manufacturera colombiana y sus relaciones con el tamaño y composición de su personal técnico y con los gastos efectuados en investigación y desarrollo en un sentido amplio, este estudio fue realizado por medio de una encuesta detallada y una serie de visitas de campo. El segundo estudio fue un análisis detallado sobre la Industria Siderúrgica, realizado mediante encuestas, visitas de fábrica y entrevistas a los empresarios.

En la segunda etapa, iniciada en 1979, el trabajo se realizó mediante un contrato entre el BID y la CCRP y consistió en cinco estudios de caso de empresas metalmeccánicas: el primero so-

bre empresas de producción en lotes y por órdenes(DISTRAL), otro sobre producción en serie (SOFASA), el tercero sobre empresas basadas en lotes de producción (Forjas de Colombia), el cuarto sobre ensambladoras (COLMAQ) y el último sobre producción por órdenes (CONASTIL).

El objetivo de este documento es el de sugerir resultados de carácter general basados en los estudios de caso desarrollados. Sin embargo, se considera conveniente iniciarlo con una primera sección que describa brevemente lo aprendido en la primera etapa del programa sobre el proceso de creación y adaptación de tecnología, sus causas o efectos. En la segunda parte se presentan en detalle los principales resultados encontrados en los cinco casos considerados. Por último en la sección tercera se trata de abstraer estos resultados en consideraciones generales sobre el tema.

1. RESULTADOS Y ESTUDIOS PREVIOS

Durante la primera etapa para realizar la investigación sobre las características de los cambios tecnológicos en la Industria Manufacturera Colombiana, se realizó una encuesta a 80 establecimientos de más de 200 trabajadores en los principales sectores de la industria con excepción de Alimentos, Bebidas, Confecciones, Calzado, Madera y Muebles de Madera.

Los datos de la encuesta permitieron medir cambios en la productividad de los distintos establecimientos, medición que, dada la enorme cantidad de problemas que hay en este campo, se llevó a cabo por diversos procedimientos. También se calculó la cantidad y composición de la fuerza de trabajo y la magnitud de los esfuerzos en la Investigación y Desarrollo efectuados. La encuesta recogió datos para el período 1966-1975.

Lo primero que se aprende de esta experiencia es que no hay una descripción general del proceso, las tasas de cambio en productividad varía enormemente entre sectores y entre empresas y la relación entre cambio en productividad y factores técnicos que no es significativa a nivel nacional, sí lo es para los distintos sectores.

No es posible separar el efecto del sector de otros efectos

posibles, por ejemplo de sí la empresa es nacional o extranjera, pública o privada, porque esas diferenciaciones están muy ligadas a cada tipo de actividad.

La dispersión de las tasas de aumento de productividad son particularmente grandes en los sectores químicos y metalme - cánicos, lo cual se explica por la gran heterogeneidad de los productos que fabrican.

Hasta donde lo permiten los datos, se ve que el cambio tecnológico está orientado en gran parte en la dirección de un ahorro de materias primas, especialmente en los sectores tex til, plásticos y siderúrgica.

La elasticidad de sustitución parece reflejar principalmente una mayor gama de productos que la existencia de procesos alternativos, al ser mayor en sectores que como el textil, el químico, y los metalmecánicos tienen productos heterogéneos, que en sectores como la siderúrgica y el material de transporte tienen productos más homogéneos.

El estudio muestra que existe una relación estadística significativa entre gastos en Investigación y Desarrollo y cambios en productividad y entre porcentajes de profesionales y técnicos en la nómina de la empresa y cambios en productivi-

dad. Esta relación es más estrecha sectorial que globalmente, y los parámetros son estadísticamente diferentes; lo cual muestra que un mismo aumento en productividad se logra con diferente esfuerzo en los distintos sectores, dependiendo, probablemente, de diferencias en el nivel de conocimientos y en el grado de desarrollo del sector. Los sectores con relación más estrecha son el textil, el químico (incluyendo plásticos y papel) y el siderúrgico. Dado el corto número de observaciones no fue posible profundizar más en el tema.

La información contenida en esta encuesta fue utilizada posteriormente por Diego Sandoval en su tesis de M.Phil. Los resultados principales de este estudio son basados en la estimación global, sectorial y a nivel de firma de funciones de progreso técnico que mostraron cómo los aumentos de productividad se explican fundamentalmente por aumentos de escala de producción y adopción de nuevas técnicas. En estas funciones los esfuerzos de investigación y desarrollo y aprendizaje tienen un valor mucho menor que las dos variables anteriores, conclusión especialmente válida en el caso colombiano donde las escalas de producción son pequeñas y la inversión en nuevas tecnologías ha sido importante en ciertos sectores.

Por último, se realizó un estudio sobre la industria siderúrgica en el que se analizó la evolución económica y tecnológica

de las empresas siderúrgicas integradas y semi-integradas de Colombia.

Se encontró una gran cantidad de actividad tecnológica dirigida en dos vías: un mejor aprovechamiento de las materias primas, y un aumento en la producción con inversiones relativamente pequeñas, en la siderúrgica integrada mediante modificaciones al Alto Horno y a su operación, se aumentó la capacidad de producción de 500 ton/día en 1955 a 840 ton/día en 1976, al mismo tiempo se redujo el volumen de carga por toneladas de arrabio en un 39.4%. En las semi-integradas los cambios se han orientado a la eliminación de los cuellos de botella y a la mejor utilización de materia prima. Vale la pena destacar en este período la instalación del sistema de colada continua que significa un apreciable incremento en la productividad y calidad de las plantas.

Todas las empresas del sector son en la actualidad empresas privadas de empresarios nacionales básicamente para el mercado interno, aún cuando su producción no cubre todas las necesidades del país.

II. CONCLUSIONES DERIVADAS DE LOS ESTUDIOS DE CASO.

Los resultados encontrados en la etapa anterior son de carácter agregado, que si bien son útiles en el análisis global no permiten identificar la trayectoria tecnológica e industrial de una empresa, en cuanto a aspectos de selección inicial de tecnología, ritmo y naturaleza del cambio tecnológico local e importado, efecto de variables micro, macroeconómicas y políticas sobre estos aspectos, papel del aprendizaje y entrenamiento, externalidades y muchos otros aspectos que un estudio de caso sí permite descubrir.

Es así como se decidió efectuar en Argentina, Colombia, México, Perú y Venezuela una segunda etapa del proyecto que estudiara a fondo empresas del sector metalmeccánico con énfasis en aquellos aspectos mencionados anteriormente.

En Colombia el programa BID-CEPAL estudió las siguientes cinco empresas 1/ Distral, productora de calderas y equipos a pre

1/ Como alternativas a estas cinco empresas se iniciaron contactos con otra empresa productora de calderas y equipos a presión, fundada hace más de 30 años, por un emigrante húngaro pero que cerró operaciones hace poco tiempo. También se inició estudios en dos empresas de electrodomésticos, la primera es una empresa 100% extranjera con más de 50 años de vinculación al país pero que no continuó con la investigación dado el período de reorganización administrativa e industrial en que se encuentra. La otra es una firma colombiana, líder en el sector, pero dada su rápida expansión actual y el alto grado de competencia en el sector manifestó no poder participar.

sión; SOFASA, productora de motores y ensamblaje de automóviles; Forjas de Colombia, productora de piezas forjadas; COLMAQ, ensambladora de máquinas herramientas y CONASTIL que se dedica a reparaciones y construcciones navales y metalmecanicas.

Las siguientes son las principales conclusiones y resultados encontrados en los anteriores estudios de caso.

1. ORIGENES DE LA EMPRESA.

En primer término se debe anotar que todas las empresas han tenido una trayectoria de 20 a 10 años con excepción de DISTRAL que viene operando desde hace más de tres décadas. A pesar de esta corta experiencia, productiva es posible identificar su desarrollo a más de su grado de acumulación de conocimientos y su efecto sobre los esfuerzos locales de investigación, adaptación a las condiciones de mercado y a las medidas de política económica dictadas por el gobierno.

Distral, Forjas y Colmaq son el resultado de la iniciativa privada; en el caso de Forjas se logró más adelante, dada su difícil situación económica, vincular como socio al IFI. En la actualidad Forjas es una empresa estatal. Distral fue fundada por un inmigrante lituano con experiencia en el campo metalmeca

cánico y coincidió con el nacimiento de industrias básicas, todas ellas necesitadas de equipos de presión y calderas que inicialmente eran importadas. La idea original de instalar Forjas provino de un industrial preocupado por los altos precios de los productos forjados importados. A su vez Colmaq nació como iniciativa de un inmigrante español atraído por el mercado y las condiciones arancelarias del Pacto Andino.

SOFASA por el contrario fue promovida directamente por el Estado para fomentar el desarrollo de la industria automotriz en el país y fue el IFI el encargado de las negociaciones con Renault. El capital de la empresa se divide en 50% Renault y 50% IFI.

CONASTIL tuvo su origen en las necesidades de la Armada Nacional, más tarde se vinculó el IFI y se amplió su radio de acción a la reparación de naves comerciales y finalmente, dada la importancia de la reparación de navíos extranjeros, se vinculó PROEXPO.

2. TECNOLOGIA SELECCIONADA.

En cuanto a tecnología seleccionada inicialmente se tiene que ésta fué suministrada por empresas extranjeras. En el caso de Forjas y SOFASA los estudios de factibilidad, la selección, compra y montaje de los equipos fue contratada con la Rheinsthal de Alemania y Renault de Francia, respectivamente. COLMAQ montó la planta y adoptó una organización similar a la de la empresa productora de máquinas-herramientas Zubal de España aunque ésta no intervino directamente en el montaje y puesta en marcha de la planta. Distral se inició como un pequeño taller con equipos de segunda mano y básicamente manuales provenientes de Estados Unidos. CONASTIL inició actividades con un Dique Flotante que la Armada Nacional recibió de la Armada Norteamericana; posteriormente, con la ampliación iniciada en 1975 se adoptó la tecnología del sincro elevador de la Pearson Engineering (compañía norteamericana) que no sólo vendió los equipos sino que también prestó asistencia técnica para su montaje y puesta en marcha.

Con estos ejemplos se puede establecer una relación estrecha entre la época de fundación de la empresa y la escala de producción y tecnología adoptadas. Las empresas más recientes se montaron con tecnología moderna, si no la más moderna, y para escalas de producción relativamente grandes. Entre tanto

Distral, la única empresa que lleva más de tres décadas en operación, se inició como un taller artesanal y fue ampliando su producción paulatinamente adquiriendo nuevas tecnologías, contratando personal altamente calificado e instalando nuevas plantas, una de ellas que produce exclusivamente para el mercado de exportación.

3. CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS.

Forjas es el caso típico donde la tecnología adoptada inicialmente fue una copia de la utilizada por la empresa participante en su montaje (Rheinstal). Esto le ocasionó algunos problemas por cuanto no se especificaba claramente si la tecnología de martillo era más apropiada para piezas pequeñas y volúmenes grandes, como era el caso de algunos componentes que se preveía producir. Así mismo se instalaron cuatro martillos grandes, para piezas pesadas y de volumen, que causaron sub-utilización notable de dichos equipos durante un largo período.

En cuanto a SOFASA, en la selección de los equipos se hizo un mayor énfasis en la compra de máquinas universales ya que el tamaño del mercado no justificaba la instalación de máquinas especializadas, más adecuadas para grandes volúmenes de producción. Asimismo, se modificó la organización de la plan

ta dado el mayor grado de estandarización de las partes y piezas con respecto a su contraparte francesa. Todo esto teniendo en cuenta la estructura del mercado total.

Distral a su vez se inició con herramientas manuales, con una tecnología altamente intensiva en mano de obra aprovechando las ventajas comparativas en el uso del factor relativamente abundante y aún cuando han modernizado considerablemente sus instalaciones siguen utilizando intensivamente la mano de obra calificada que es lo apropiado para la producción de calderas y tanques de presión.

CONASTIL inició actividades con la tecnología tradicional del Dique Flotante o sea atendiendo un solo buque por períodos cortos de tiempo. Pasó luego al sistema de sincroelevador, técnica intensiva en mano de obra altamente calificada, que permite atender varios buques al tiempo. Un sincroelevador permite levantar buques hasta de 45.000 toneladas, sin embargo, CONASTIL instaló uno con capacidad hasta de 10.000 toneladas por recomendación de los estudios de demanda realizados por el INI, empresa española; y la empresa consultora NKK del Japón, que desde un punto de vista técnico, también recomendó su instalación. La distribución de planta del nuevo astillero fue diseñada por técnicos de Conastil, asesorados por consultores españoles. En el montaje de los equipos la participación colombiana fue alta

especialmente en nuevos procedimientos de cimentación y estructuras del sincroelevador.

4. SECUENCIA EN EL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Con respecto a la trayectoria de las empresas a medida que van adquiriendo experiencia productiva se observa en general, una primera etapa en la cual se desarrollan nuevos productos, se modifican los diseños iniciales o se crean nuevos diseños y se estandarizan partes y piezas para proseguir a una segunda etapa en la cual se compran nuevos equipos y se modifican los procesos productivos y la distribución en planta con el fin de adaptarlos a los cambios ocurridos en la primera fase. Finalmente, estos cambios conllevan una reorganización técnico-administrativa de la empresa, en la cual se crean nuevos departamentos y se reasignan funciones con el objeto de supervisar las labores, cada vez más complejas, de la planta.

Esta secuencia se presenta claramente en las cinco empresas estudiadas y con mayor énfasis en DISTRAL que además de tener una trayectoria productiva más larga, ha desarrollado diseños propios de calderas y fabricado algunos de los equipos necesarios para su producción.

5. INTEGRACION VERTICAL.

El grado de integración vertical varía notablemente entre las diferentes empresas, pero con la adquisición progresiva de experiencia, consolidación de los mercados y por efecto directo de las medidas de política económica, ha venido disminuyendo con el consiguiente desarrollo de proveedores nacionales.

COLMAQ es el caso típico, en que la estructura arancelaria conjuntamente con las medidas de promoción de exportaciones, lo han llevado a reducir su nivel de integración al punto en que actualmente importa subconjuntos (en vez de partes y componentes) y procede a realizar el montaje reduciendo al mínimo las labores de maquinado y ensamblaje.

Forjas mantenía un alto grado de integración pero durante la administración FIAT se racionalizó la producción, reduciendo el número de marcas de tractores atendidos y se comenzó a subcontratar algunos componentes de sus productos. Esta política se mantiene en la actualidad, lo cual ha permitido aumentar la eficiencia productiva de la planta.

SOFASA es la empresa que más ha promovido el desarrollo de los proveedores nacionales, dada su complejidad y las medidas de gobierno que exigen un nivel de integración mínimo de conjun-

tos, partes y piezas teniendo en cuenta requisitos de precio y calidad.

CONASTIL en la prestación de los servicios de reparación y mantenimiento subcontrata dos tipos de servicios, por un lado aquellos que requieren personal poco capacitado (pintura y limpieza) y por otro lado servicios altamente especializados relacionados con las instalaciones eléctricas, de radar, computador, etc.

DISTRAL por el contrario posee un alto grado de integración vertical y subcontrata un número reducido de tareas especialmente en cuanto a fabricación de equipos para uso interno se refiere. En el área de calderas el desarrollo de proveedores ha sido poco prometedor por el pequeño tamaño de Distral, que sería el único comprador.

6. EFECTOS DEL TIPO DE MERCADO EN LOS NIVELES DE PRODUCTIVIDAD.

El proceso de producción adoptado por cada una de las empresas estudiadas es el resultado de sus condiciones y estructura de mercado ya sea interno o de exportación.

Forjas montó la planta con base en la producción en pequeños lotes como consecuencia del reducido tamaño del mercado y de la

variedades de partes y piezas que produce. Aunque la escala de planta es similar a la de países como Brasil y México, los lotes de producción son más pequeños impidiéndoles alcanzar economías de escalas importantes. Siendo el tamaño del mercado el principal determinante del tamaño del lote, quien a su vez determina significativamente los niveles de productividad total alcanzados, se puede concluir que Forjas se halla en una posición desventajosa con respecto a países que cuentan con mercados más amplios y posiblemente con un proceso que se acerca cada vez más a la producción en serie. En el momento la empresa busca especializarse en pocos componentes para la exportación, con lo cual la productividad global de la planta aumentaría.

En el caso de SOFASA, caracterizada por una producción en serie de motores, la mayor dificultad se encuentra para lograr una mayor productividad y en consecuencia menores costos en su escala intermedia de planta (determinadas por el tamaño del mercado que causa diferencias tecnológicas fundamentales con el grado de automatización de la planta por lo tanto el tamaño del mercado y en consecuencia la escala de producción sería en este caso el factor determinante que la planta haya llegado a un nivel de productividad que solo es posible

aumentar significativamente con otro tipo de planta que sólo existe en unas pocas empresas líderes a nivel mundial.

Distral, que posee una producción mixta, en serie para calderas pequeñas y por órdenes individuales, ha logrado alcanzar una posición competitiva importante aún cuando su escala de producción es relativamente pequeña y no cuenta con una tecnología moderna y automatizada. Esto indica que el éxito de una empresa especializada en órdenes individuales no depende de la escala de producción sino más bien de parámetros tales como los esfuerzos dedicados a diferenciar el producto, mejorar el disño y la calidad y a capacitación y entrenamiento.

Así mismo, el alto componente de mano de obra calificada que es relativamente barata le ha permitido alcanzar precios competitivos a nivel internacional.

La trayectoria productiva de COLMAQ, permite observar los altos niveles de productividad alcanzados así como la captación de una parte importante del mercado interno y exportación. En el caso de las plantas ensambladoras, la escala de producción no es el factor importante para lograr las reducciones en costos; el grado de integración vertical, el hecho de contar con proveedores de partes y piezas que garanticen cumplimiento y cali-

dad, disponibilidad inmediata de repuestos y capacitación de mano de obra, son los elementos determinantes del éxito de una empresa de este tipo. Es así como el proceso de ensamble se ha localizado en países menos desarrollados mientras que la producción masiva de piezas, partes y componentes se halla localizada en países desarrollados que por el tamaño del mercado pueden alcanzar economías de escalas importantes.

En el caso de CONASTIL se observa cómo una posición geográfica le ha permitido captar una parte importante del mercado del área del Caribe, siendo entonces la localización un factor determinante del éxito de la empresa. A su vez, la adopción de la nueva tecnología le ha permitido ampliar su escala de operaciones, atendiendo varias embarcaciones simultáneamente. De otro lado, la calidad del servicio garantizada por las categorías establecidas por las compañías internacionales de clasificación lo han llevado a alcanzar una posición competitiva en el mercado internacional, lo cual se fundamenta en un masivo esfuerzo en la capacitación y entrenamiento de la mano de obra de técnicos y obreros, ya que ésta es una actividad intensiva de mano de obra calificada.

7. PAPEL DEL ESTADO.

El grado de intervención del Estado se ha dado a través de medidas de política tendientes a promover el desarrollo de nuevas empresas en el sector metalmeccánico mediante medidas de comercio exterior y como inversionista directo en algunos proyectos.

En todos los casos, las condiciones del mercado creadas por las medidas arancelarias y para-arancelarias junto con las medidas de promoción de exportaciones han sido determinantes en las decisiones de instalar las plantas y en su desarrollo posterior.

COLMAQ, DISTRAL y CONASTIL y en menor medida SOFASA y Forjas de Colombia se han beneficiado de los subsidios a las exportaciones por intermedio del CAT (Subsidio directo a las exportaciones no tradicionales) y del Plan Vallejo (excención de aranceles a la importación de materia prima para productos de exportación) así como de los convenios firmados por intermedio del Pacto Andino y la ALALC. Es así como algunas de estas empresas han logrado alcanzar competitividad a nivel internacional, convirtiéndose en claros ejemplos exportadores.

SOFASA fue el resultado directo de las medidas del Estado

quien no sólo promovió su creación, sino que participó directamente como inversionista. Aunque estableció ciertas pautas para la adjudicación del contrato, las decisiones sobre selección de tecnología y productos, organización, procesos, estuvo a cargo de la Renault. SOFASA se desarrolló bajo las condiciones de protección creadas por la estructura arancelaria y para-arancelaria que permitieron su consolidación y rápido crecimiento, lo que conjuntamente con las medidas de integración nacional han permitido el desarrollo de proveedores locales de partes y piezas. A partir de 1980 esta protección arancelaria se ha reducido en forma significativa, factor que ha llevado a la empresa a dejar su condición de industria naciente y por lo tanto a aumentar los esfuerzos en eficiencia operativa y mercado.

La decisión de instalar una planta de forja surgió en el momento en que los rodajes para tractor se encontraban en licencia previa. Sin embargo, en el momento de iniciar operaciones pasaron a la lista de libre importación, junto con una disminución en el arancel resultando en una masiva importación de rodajes. Esto ocasionó serios problemas de mercado y a pesar de que se buscó la diversificación de la producción, la situación financiera era tal que condujo al cierre temporal de la empresa.

Este es un caso en donde unas medidas de política coyuntural

frenaron el despegue de una empresa concebida inicialmente bajo condiciones favorables como era la protección que recibían sus productos.

En COLMAQ el efecto de aranceles para la importación de partes y piezas de ensamble presenta una relación directa a su grado de integración vertical y compras a proveedores nacionales, comportamiento lógico y esperado en una industria de este tipo.

CONASTIL es un ejemplo de iniciativa e inversión total del gobierno, en el cual a más de los CAT, la empresa se ha beneficiado de financiación de PROEXPO y el IFI, para la construcción del nuevo astillero, orientado fundamentalmente a la exportación (70% de su mercado).

Otro punto importante en relación al papel del Estado es un cierto proceso de aprendizaje en las negociaciones de inversión y tecnología. Así tenemos que en los proyectos y renegociaciones recientes de Forjas y SOFASA se ha observado un mayor interés estatal en las decisiones de orden técnico y administrativo en relación al tipo de decisiones que se tomaron 15 años atrás. También recientemente en el caso de CONASTIL se aprecia capacidad empresarial para la selección de tecnología y montaje de una moderna planta; acciones en la cual la empre-

sa estatal actuó en forma autónoma.

8. ALGUNOS DESARROLLOS TECNOLOGICOS OBSERVADOS.

Los desarrollos tecnológicos observados en las empresas estudiadas han estado dirigidos por un lado a la adaptación de los productos a las condiciones del mercado local y por otro lado a la obtención de mayores niveles de productividad y eficiencia en planta, en muchos casos sin aumentos importantes en la inversión.

SOFASA ha adaptado diferentes componentes del motor debido a que en Colombia no se cuenta con el proceso adecuado para producirlas con las mismas propiedades, y aún más importante por las características del medio (topografía y altura). De otro lado se ha logrado un aumento importante en eficiencia relacionado directamente con la estandarización de componentes y motores de sus modelos y a la vez estabilidad en el tiempo de los mismos. En cuanto a innovaciones al proceso, éstas han sido reducidas y sólo con la introducción del R-18 se entró a modificar muy parcialmente el proceso y por consiguiente la distribución en planta.

Forjas por su parte ha realizado importantes innovaciones al

proceso en el taller de matricería mediante la adopción de nuevos procedimientos y adquisición de modernos equipos y herramientas que le han permitido reducir el tiempo de producción de una matriz, su durabilidad y a su vez aumentar el número de piezas producidas. Las modificaciones al producto se han originado internamente mediante cambios en el diseño de producción de algunas piezas automotrices, y cambios en materia prima para la producción de rodajes lográndose menores pérdidas en tiempo y material así como aumentos importantes en calidad. Así mismo se ha ido racionalizando la producción con el consiguiente aumento en eficiencia.

Distral ha sido la empresa con mayores innovaciones en el producto que pueden ser explicadas en parte por la trayectoria misma de la empresa. A pesar de que se inició con procesos, planos y diseños de compañías americanas, en la actualidad goza de una relativa independencia tecnológica obtenida con el desarrollo de diseños básicos propios así como de la adaptación de modelos a las condiciones locales. En cuanto a los nuevos procesos éstos han sido producto de la adaptación de procesos generados por empresas extranjeras y se han dado mediante la adquisición de nuevos equipos; algunas veces diseñados y fabricados internamente.

Colmaq se inició ensamblando tornos marca Zupal que posterior

mente sustituyó por METOSA lo que conllevó un cambio en la organización de la producción y en el grado de integración de la empresa. El cambio de proveedor permitió aumentos en eficiencia y productividad alcanzados por una mejor calidad del producto y por el suministro adecuado de partes y piezas, en este sentido es un buen ejemplo de selección de proveedores de marcas y piezas de ensamble a nivel internacional.

En CONASTIL, a más de las adaptaciones a la nueva tecnología del astillero, los mayores logros se han alcanzado en la racionalización del manejo de órdenes y asignación de los recursos totales de la planta a cada una de esas órdenes. En esto la sistematización y uso de algoritmos de control han jugado un papel importante.

9. CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO.

Un aspecto importante que se ha presentado en todas las empresas ha sido la adquisición progresiva de conocimientos por parte de operarios y técnicos vinculados a la planta.

En los casos de Forjas y SOFASA, la capacitación inicial de la mano de obra se obtuvo mediante técnicos y operarios extranjeros además de cursos de entrenamiento en el extranjero y en la planta. Posteriormente las habilidades adquiridas por los ope-

rarios colombianos vinculados a la empresa permitió la rápida sustitución del personal extranjero por personal local sin que se presentaran reducciones significativas en productividad.

El proceso de acumulación de conocimientos y la experiencia adquirida directamente en planta ha tenido un efecto importante sobre la productividad y han sido característica común a todas las empresas, especialmente en CONATIL, empresa única en sus exigencias de capacitación para determinadas tareas lo que ha llevado a la creación de una compleja estructura de capacitación y entrenamiento de personal técnico y de obreros.

En SOFASA se observa, por un lado, la sustitución de técnicos franceses por técnicos colombianos y, por otro lado, la realización de ciertas actividades (pruebas, seguimientos, homologación y diseños de partes y piezas) que en un principio eran realizadas por Renault.

En Distral la acumulación de conocimientos y la vinculación de personal altamente calificado han dado lugar a las innovaciones en el producto y en el proceso y al estricto cumplimiento de las normas internacionales de calidad.

Forjas también sustituyó rápidamente el personal alemán y pos-

teriormente el italiano por personal local quienes han desarrollado eficientemente las labores de diseño y control de calidad.

COLMAQ cuenta con personal calificado especialmente para las labores de verificación y control ya que debe cumplir con los códigos internacionales. La experiencia en la empresa ha sido en este caso el medio por el cual la mano de obra ha ido calificándose progresivamente.

Las mayores exigencias de capacitación y entrenamiento de operarios se observa en CONASTIL y DISTRAL, empresas intensivas en mano de obra calificada, situándose en un lugar intermedio Forjas y SOFASA y en menor intensidad COLMAQ.

Con respecto a la capacitación y entrenamiento de técnicos en el extranjero, se ha observado un gran esfuerzo en este sentido en particular en CONASTIL, Forjas y SOFASA. Durante la etapa de montaje y primeros años de operación de la planta fueron enviados al exterior un gran número de técnicos con el fin de capacitarse en las diferentes labores de la empresa. Forjas envió alrededor de 40 personas, entre técnicos e ingenieros, a Alemania.

A su regreso permanecieron un corto tiempo en la empresa y a

los pocos años ya se habían retirado para ubicarse en otras empresas metalmeccánicas del país. Durante las administraciones posteriores (FIAT e IFI) no se ha hecho ninguna inversión importante en este sentido.

SOFASA, a su vez envió a Francia, España y Argentina alrededor de doce ingenieros y técnicos colombianos para que se familiarizaran con el funcionamiento de plantas semejantes a la que se estaba montando en el país. Simultáneamente otro grupo de ingenieros recibió entrenamiento en planta. Al finalizar la etapa de montaje y puesta en marcha de la planta se redujo notablemente la capacitación del personal en el exterior.

CONASTIL, a diferencia de SOFASA y Forjas envía con cierta frecuencia a sus técnicos e ingenieros a capacitarse en el exterior. Con anterioridad a 1975, un número importante de técnicos viajó a Europa (principalmente Rusia y Alemania) con el objeto de visitar diferentes astilleros y conocer las nuevas técnicas en operación. A partir de 1975 se firmó un contrato de asistencia técnica con el PUND que consiste en enviar a técnicos colombianos a cursos de entrenamiento en España, Italia y Ecuador. A su vez expertos extranjeros (Canadienses, Italianos y Españoles) vienen continuamente con el fin de prestar asesoría y capacitar al personal en planta.

10. MORFOLOGIA DEL MERCADO Y NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO.

Con base en los puntos expuestos anteriormente es posible determinar la naturaleza del cambio tecnológico observado en cada una de las empresas estudiadas, en relación con la estructura del mercado al cual están enfrentadas.

En general han sido tres las motivaciones básicas del cambio tecnológico: Primero, la estructura y tamaño del mercado, tanto local como de exportación; Segundo, necesidades de mejoras en la eficiencia de la planta original o de los equipos; y finalmente por medidas de política económica. Aquí nos detendremos principalmente en el primer grupo de consideraciones.

Así tenemos que en la producción automotriz existen tres ensambladoras así como una participación importante de las importaciones de automóviles en el mercado nacional; siendo SOFASA la única ensambladora de vehículos que no importa los motores sino que los produce localmente.

Las adaptaciones al proceso y al producto se han dado básicamente al nivel de partes y componentes, en el sentido de lograr un mayor grado de estandarización en motores y otros componentes con el fin de reducir costos, alcanzar mayor competitividad en el mercado nacional y a la vez cumplir los requisi

tos de integración local.

DISTRAL es el único productor de calderas grandes, mientras que para calderas de tamaño reducido existen varios talleres pequeños. En general, puede decirse que tiene una posición privilegiada pues además de tener el 90% de la producción nacional, las importaciones tienen en promedio un gravamen del 30%. Los nuevos diseños y el flujo de innovaciones menores parecen entonces obedecer a los objetivos de minimización de costos y diferenciación del producto con el fin de alcanzar competitividad de los mercados internacionales.

FORJAS tiene en el mercado nacional una posición claramente monopolística al ser el único productor de productos forjados y al estar las importaciones de estos productos altamente protegidas por barreras arancelarias (caso de los rodajes) y por medidas de integración nacional (caso de autopartes). En este caso, las innovaciones y adaptaciones tanto en procesos como en productos han estado motivadas por razones netamente tecnológicas de aumento de la productividad en planta.

En primer lugar se realizaron cambios importantes en el proceso con el objeto de solucionar los cuellos de botella que se presentaron en el diseño original de la planta. En segundo lugar, el diseño de nuevas matrices fue consecuencia inmediata de los

diferentes diseños recibidos inicialmente.

CONASTIL, es como en el caso de FORJAS, la única planta en el país dedicada a la reparación de buques de gran tamaño y calado. Dentro de los límites de su capacidad atiende todos los barcos de bandera nacional que constituyen un 60% de los ingresos totales, el 40% restante está representado por servicios de exportación principalmente en el área del Caribe. La modernización del astillero se debió a la obsolescencia tecnológica del sistema original permitiendo a su vez un aumento sustancial en la capacidad de la planta al ser posible la atención de varios buques simultáneamente lo cual permite participar activamente en el mercado del Caribe y aún en el golfo de México y barcos en tránsito por el canal de Panamá.

Finalmente, COLMAQ tiene un carácter oligopólico en el mercado local. Aproximadamente el 70% de su producción se destina al mercado de exportación y el 30% restante al mercado nacional el cual está competido por máquinas importadas debido a los bajos aranceles. Ha sido esta situación la que ha motivado una reducción en el grado de integración de tornos ya que resulta más rentable importar el torno o los subconjuntos ya armados en vez de las piezas y componentes.

En términos generales se observa que en DISTRAL y SOFASA donde

existe competencia en el mercado internacional y local respectivamente, las innovaciones tecnológicas han estado motivadas por razones de mercado con el objetivo de minimizar costos y diferenciación de productos. COLMAQ que también enfrenta una fuerte competencia en el mercado local, se ha visto obligada a eliminar algunas etapas del proceso de ensamble con la consiguiente reducción en el grado de integración debido a la política arancelaria adoptada recientemente.

Por otra parte Forjas y CONASTIL, que gozan de una posición monopólica en el mercado nacional, han realizado cambios en planta importantes que obedecen principalmente a razones tecnológicas; por un lado diseño deficiente de la planta (Forjas) y por otro lado obsolescencia tecnológica del proceso original (CONASTIL), lo cual ha contribuido a aumentar la productividad por tareas y global de las plantas y especialmente en el caso de CONASTIL, ésto ha servido para aumentar su competitividad en el mercado internacional.

III. CONCLUSIONES GENERALES.

Examinando los resultados presentados en el capítulo anterior se dispone de abundantes elementos de juicio derivados de los cinco casos estudiados, se ha ganado mucho en profundidad sobre la explicación de la trayectoria industrial de las empresas analizadas, sugiriéndose como caso siguiente su generalización hacia todo el sector metalmeccánico y en cierta forma hacia la industria general.

Dar tal paso no es fácil, generalizar con base a cinco casos en un país con cientos de empresas industriales, no parece recomendable. Sin embargo, dentro del sector metalmeccánico las cinco empresas seleccionadas son líderes, si no únicos productores en sus respectivos subsectores: automotriz, forja, máquinas herramientas, calderas y equipos a presión y finalmente reparación y construcción de barcos. Por lo tanto lo que ocurre en estas empresas, en forma apreciable se refleja en sus respectivos subsectores lo cual puede ser extensivo a otros subsectores o sectores industriales que reúnan características similares a las de las firmas analizadas.

Con base en estos estudios hemos considerado útil sistematizar y sacar conclusiones globales de los resultados descritos anteriormente, los cuales deben ser tomados como elementos de

juicio en la formulación de políticas industriales y tecnológicas y puntos de partida para nuevas investigaciones que profundicen en algunos resultados encontrados.

En la misma forma que en el capítulo anterior, los siguientes grandes grupos de conclusiones se pueden presentar:

A. Como primer resultado global se observa la existencia de una significativa actividad de racionalización de las diferentes actividades de la empresa. Este es un proceso largo, que varía en sus intensidades de acuerdo al tipo y áreas prioritarias de cada firma. El proceso de transferencia de tecnología, no significa simplemente la iniciación de una planta o proyecto sino que de allí en adelante es necesario la adaptación e innovación en planta de productos, procesos y organización técnico administrativa de acuerdo al tamaño y características del mercado, capacitación de técnicos y operarios, precios de factores, características de materias primas y en fin todos aquellos factores que a más de aquellos derivados de las diferencias con el país de origen de la tecnología se presentan en el montaje, puesta en marcha y primeros años de operación de una planta.

Todas estas actividades dejan como resultados aumentos significativos en los niveles de productividad en los primeros a-

ños de operación y una capacidad técnica que permite continúe este crecimiento cuando la empresa termina su primera fase de consolidación. En este sentido podemos afirmar que en los casos considerados nos encontramos ante firmas relativamente jóvenes, que están terminando la etapa de expansión inicial y probablemente en algunas se esté iniciando su período de expansión en equilibrio. En consecuencia los resultados aquí presentados son un buen ejemplo de la trayectoria inicial de asimilación y estabilización de proyectos industriales nuevos.

La industria metalmecánica colombiana es relativamente reciente en relación a países como Argentina o Brasil en donde el mismo programa de investigaciones ha estudiado firmas con más de 30 ó 40 años de actividad continua. Así podríamos concluir que los casos aquí desarrollados corresponden a la etapa actual de desarrollo de la industria metalmecánica en el país, es decir a firmas relativamente jóvenes, que en la década de los 80 deben llegar a una trayectoria de expansión de equilibrio después de superar las etapas de fundación, expansión y consolidación que han sido estudiadas por el programa BID-CCRP en el caso Colombiano.

B. Si tomamos las cinco empresas como típicas del comportamiento de firmas que producen en serie, por lotes de producción órdenes de producción y ensamblaje, podemos caracterizar según es

tas categorías los resultados presentados en la sección anterior. Para evitar largas y confusas enumeraciones, en el cuadro de la página siguiente, se resumen los principales resultados encontrados de acuerdo a dicha clasificación.

Como se observa son muchos los resultados y en algunos casos, dependiendo del factor de análisis no se encuentran en la misma dirección; sin embargo, leyendo verticalmente, se pueden tomar como elementos generales de análisis para cada subsector que a la vez presenta un tipo de firma, las características encontradas. Así tenemos que en el caso de la producción en serie y por lotes el tamaño del mercado interno es un limitante para alcanzar niveles de productividad semejantes a los países desarrollados. En cambio en las firmas que trabajan por órdenes o de ensamblaje el problema de economías de escalas no se presenta en la misma magnitud. Por otra parte, es común en empresas automotrices (producción en serie) el desarrollo de proveedores, algo que no parece ser tan importante en el resto de firmas.

Una característica bastante común a todas las firmas, tal vez con la excepción de la forja, se observa un porcentaje muy alto de equipos de uso universal, resultado en gran parte determinado por el tamaño del mercado. En cuanto a entrenamiento de la mano de obra, especialmente operarios, el mayor énfasis se observa en firmas que producen por órdenes dada su caracterís-

Tipo de firma Elemento de análisis	Producción en serie AUTOMOTRIZ	Producción por lotes FORJA	Producción por órdenes individuales ASTILLERO	Ensamble MAQUINAS HERRAMIENTAS	Producción en lotes y por órdenes individuales CALDERAS-EQUIPO A PRESION
1. Origen de la Empresa.	Iniciativa del Estado que se asocia con una empresa multinacional 1967.	Iniciativa empresarios nacionales privados 1962.	Iniciativa del Estado 1969.	Iniciativa de un emigrante 1970.	Iniciativa de un emigrante 1948.
2. Tecnología seleccionada.	Diseño, equipos y montaje suministrado por el socio extranjero. Renault Francia.	Diseño, equipos y montaje con una firma extranjera proveedora de equipos. Reinsthal Alemania.	Arriendo inicial de instalaciones usadas en el país y posterior diseño y montaje de una nueva planta con base en equipo técnico propio y asesoría de consultores internacionales. E.U. España	Reproducción en menor escala de una planta semejante a la del país de origen del diseño. España.	Iniciación a partir de un pequeño taller que se amplía y moderniza lentamente.
3. Características de los equipos.	Equipo de uso general en su gran mayoría.	Especialización en un solo tipo de equipos.	Equipo básico especializado con apoyo de numeroso equipo auxiliar de uso general.	Equipo de uso general.	Equipo de uso general.
4. Naturaleza del desarrollo tecnológico.	Enfasis en desarrollo y estandarización de productos.	Enfasis en desarrollo de procesos y en menor medida de productos.	Enfasis en desarrollo de los sistemas de organización y control de la producción.	Enfasis en selección de proveedores de piezas de ensamble en el mercado internacional.	Enfasis en nuevos y originales productos.
5. Desarrollo de Proveedores locales.	Esfuerzos significativos en el aumento y calidad de proveedores.	No ha sido factor importante en su historia dado el tipo de productos.	Subcontrata las tareas más sencillas y a la vez las de altísima especialización.	Se considera poco viable ese desarrollo dado el reducido nivel de producción.	No se ha hecho esfuerzos en este sentido dado la pequeña producción.
6. Morfología y efectos de mercado.	Ha llegado a un nivel de productividad alto dentro del limitante de su escala intermedia a nivel mundial. Unico productor de motores, compete en ensamble con dos firmas locales y con importaciones.	Ha tenido problemas de exceso de capacidad dado el reducido mercado interno. Unico productor.	Se ha orientado con éxito al mercado externo después de copar el interno. Unico productor a partir de 500 toneladas P.M.	Su producción se ha orientado a la exportación dado las ventajas arancelarias de la ALALC. Unico productor local, compete con importaciones.	Después de tener una sólida posición en el mercado interno se ha orientado con éxito al mercado externo. Unico productor calderas grandes, varios en pequeñas.
7. Papel del Estado.	Inversión directa y protección arancelaria.	Intervención financiera para evitar cierre, intervención en su administración.	Inversión directa socioactiva en el manejo, apoyo a las exportaciones.	Incentivos a las exportaciones.	Apoyo a las exportaciones.
8. Capacitación y entrenamiento.	Entrenamiento inicial en el exterior y progresiva transferencia del manejo de técnicos extranjeros a nacionales.	Entrenamiento inicial en el exterior y posterior capacitación en planta con participación extranjera en el manejo de la producción.	Masivo esfuerzo de capacitación de técnicos y obreros en el exterior y en planta.	La única capacitación se obtiene en planta	El entrenamiento se da en planta, obteniéndose alta capacitación de la mano de obra.
9. Productividad de la mano de obra.	Rápido y continuado aumento de la productividad de planta. Menor aumento en tareas específicas. Disminución del ritmo de crecimiento en los últimos años	A partir de un considerable aumento inicial, la productividad total o por tareas ha permanecido constante o aún disminuido en algunos casos.	Rápido y continuado aumento en la productividad total y por tareas. La nueva planta acrecentó esta tendencia.	Continuo aumento de la productividad global.	Se tiene indicios de aumentos de productividad total y en algunas tareas.

ticas de ser intensivas en mano de obra calificada.

C. Tomando algunos aspectos particulares se tiene que la asistencia externa toma diferentes variedades, siendo difícil sacar una conclusión general; sin embargo, es una característica común el continuo contacto de los profesionales y técnicos colombianos con plantas, técnicos o uso de marcas extranjeras. En todos los casos considerados el flujo de información sobre nuevos conocimientos, productos, procesos, etc. no se da únicamente a través de tecnologías de dominio público o mediante literatura técnica sino que se ha recurrido a contratos de compra de tecnología, especialización de técnicos en el exterior, asesoría de consultores externos, personal técnico extranjero en plantas nacionales por períodos de hasta tres años, etc. En general, se conoce y emplea en las plantas colombianas aquellos aspectos de la frontera del conocimiento técnico que se pueden adaptar o aplicar a las escalas y procesos de producción que aquí se utilizan.

En estos aspectos de tecnología el tiempo es una variable importante. Los acuerdos de cooperación técnica, el diseño, montaje y arranque de plantas, la dirección técnica de las plantas, etc. son factores en los cuales los profesionales locales han aumentado su participación en una forma significativa. En efecto a partir de los acuerdos iniciales con firmas extranje-

ras que proporcionaban plantas casi llave en mano o empresas que tenían su origen en emigrantes, se ha pasado a una situación en los cuales los nuevos proyectos (en industria automotriz, de forja, astilleros y calderas) se ha fundamentado en los equipos técnicos de planta. En este sentido podemos concluir, que a través del tiempo, la existencia de estas empresas ha formado una importante capacidad técnica nacional, que asegura su manejo y crecimiento.

D. A pesar de los apreciables incrementos de productividad que se han registrado en las empresas y la creación de una capacidad técnica nacional, los resultados presentados corresponden como se menciona anteriormente a firmas jóvenes, que están en el período de rápido crecimiento inicial o recién están llegando a su período de madurez.

En muchos casos el aumento de productividad se asocia a una utilización de la capacidad instalada o aumentos apreciables en la capacitación, destreza y entrenamiento inicial de la mano de obra. Este crecimiento también se asocia a una mejor utilización de los servicios de apoyo a producción. Sin embargo, a partir de esta primera etapa, el crecimiento productivo o ampliación de la capacidad técnica son tareas más difíciles, hecho que en algunas empresas se empieza a notar con el aumento de esfuerzos y tareas de racionalización de la producción, de gastos en inves

tigación y desarrollo, sistematización, vigilancia en los costos de producción, entrenamiento, etc. En este sentido se puede decir que en el país algunas actividades del sector metalmecanico están entrando a un período de madurez en el cual su supervivencia depende de la capacidad de continuar creciendo productivamente y mantenerse actualizadas en el avance tecnológico mundial.

E. En cuanto a morfología del mercado las empresas han contado, a más de la protección arancelaria, con una posición de liderazgo en el mercado interno, ya sea como monopolio (forjas, astilleros, máquinas herramientas) u oligopolio (automotriz y calderas). Esta situación ha motivado un cambio tecnológico más orientado hacia mejoras en el proceso y organización técnica administrativa que hacia el producto en las empresas con alta participación en el mercado (forja, astilleros, máquina herramientas). En cambio aquellas firmas que enfrentan mayor competencia local o participan en el mercado internacional presentan considerables desarrollos tecnológicos en cuanto a diferenciación y calidad del producto (automotriz y calderas).

Sin embargo, el hecho de tener una alta proporción de sus ventas en el mercado externo, no significa que esas firmas no registren avances en cuanto a sus procesos u organización interna, sino que además de ello se ven obligados a desarrollar sus productos

con mayor énfasis que en el caso de dedicar sus ventas a un mer-
cado local concentrado y protegido.

En este sentido se puede concluir que la participación en mer-
cados internacionales ha sido benéfico para las empresas colom-
bianas desde el punto de vista de motivación u origen del cam-
bio tecnológico.

Por otra parte los resultados aquí mostrados son una confirma-
ción práctica de la teoría de mercados en cuanto a razones de
los diferentes tipos de cambio tecnológico observados en las
empresas estudiadas.

F. Dos efectos importantes de externalidades se ha observado
en la trayectoria de las firmas. El primero se refiere al
desarrollo de proveedores el cual ha sido importante en la
firma automotriz dada su complejidad y escala de operaciones.
En las otras firmas este efecto ha sido considerablemente menor.
El segundo efecto se refiere a capacitación de mano de obra y
adquisición de conocimientos tecnológicos en el plantel técni-
co. Los mayores resultados se observan en aquellas empresas in-
tensivas en mano de obra calificada, como en el caso de astille-
ros, calderas y forja. Aunque este efecto también es apreciable
en la industria automotriz y en menor escala en la de ensambla-
je.

G. Productividad de la mano de obra.

En los diferentes estudios de caso se efectuaron varias mediciones de productividad de la mano de obra de acuerdo al tipo de proceso e información disponible.

Un caso común en aquellas firmas con mayores aumentos de productividad de la mano de obra es el mayor crecimiento de la productividad global de la planta en relación al de ciertas tareas específicas a nivel de taller. La explicación de esto se encuentra en la mayor y más eficiente utilización de los servicios de apoyo a producción (sistemas y métodos, mantenimiento, servicios de electricidad, afilado, transporte en planta etc., estructura técnico administrativa etc.). Esta situación es común en plantas relativamente jóvenes que recién están llegando a sus niveles de crecimiento en equilibrio (automotriz, astilleros y ensamblaje).

Los mayores y en forma continuada aumentos en productividad por obrero se registran en la industria de astilleros, en la cual la producción es por órdenes individuales con uso intensivo de mano de obra calificada. En segundo lugar está la industria de ensamblaje y la producción en serie (automotriz).

Es de anotar que en todas las industrias analizadas se observa aumentos en productividad en relativamente largos períodos de su actividad, aunque en el caso de forjas y aún en la automotriz

y ensamblaje, las empresas han tenido que reducir notablemente este crecimiento indicándose cada vez más la llegada de una etapa de consolidación y probablemente reformulación de estrategias para la nueva etapa de posible crecimiento estable que se avecina.

Esta conclusión es válida para numerosas firmas metalmeccánicas colombianas que en éste momento están superando su primera fase de crecimiento inicial y asentamiento en el mercado.

H. Finalmente, algunas consideraciones sobre el papel del estado. En las actividades estudiadas su acción ha sido importante en dos aspectos; en primer lugar se tiene que su iniciativa y apoyo económico como inversionista ha sido determinante en la creación de nuevas empresas. En segundo lugar la política de comercio exterior de protección arancelaria y sobre todo de promoción de exportaciones han sido determinantes para la consolidación de todas las empresas estudiadas.

En síntesis se puede decir que el papel del Estado se ha enmarcado dentro del estímulo y protección de una industria metalmeccánica naciente. Esta política coincide con la fundación de varias de estas empresas en los años sesenta y cumplió su cometido en estimular la consolidación de dichas firmas, siendo ta-

rea para el futuro su orientación hacia el aumento de eficiencia y promoción de ciertas actividades que han mostrado tener éxito, como es la exportación de productos intensivos en el uso de mano de obra calificada, especialmente en aquellas industrias que trabajan por órdenes individuales o lotes chicos destinados al mercado externo en un porcentaje apreciable de su producción, sin perder de vista que la falta de continuidad en las políticas de incentivos, arancelaria, tasa de cambio, etc. pueden tener, como ha sido el caso en algunos períodos, efectos coyunturales negativos.

IV. EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA
VENEZOLANA DE MAQUINARIA AGRICOLA
Algunas reflexiones sobre los estudios de caso

Mauricio Turkieh

Mauricio Turkieh es Licenciado en Economía Política de la Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina. Este trabajo fue financiado a través de un convenio entre el Banco Interamericano de Desarrollo y el Centro de Estudios del Desarrollo/CENDES de la Universidad Central de Venezuela. Dicho convenio forma parte del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION	88
II. EL PAPEL DE LA DEMANDA EN LA DETERMINACION DE LA NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLOGICO	89
III. CONDUCTA TECNOLOGICA DE LAS EMPRESAS	92
IV. RELACION ENTRE MORFOLOGIA DEL MERCADO Y CONDUCTA TECNOLOGICA DE LAS EMPRESAS	99

I. INTRODUCCION

El objetivo de este documento es presentar algunas conclusiones de una investigación recientemente finalizada. ^{1/} En la misma se analiza la evolución tecnológica de tres empresas venezolanas de la rama de maquinaria agrícola, los factores que determinan la conducta de cada una de ellas y la incidencia que tiene su comportamiento técnico y empresarial sobre la morfología del mercado.

Tres son los temas que se considera necesario destacar como resultado de la investigación, y a cada uno de ellos se dedica un apartado. El primero se refiere al papel de la demanda en la determinación de la naturaleza del cambio tecnológico. En términos generales el estudio indica la importancia que adquiere la ingeniería de diseño en la capacidad de las empresas para acceder al mercado. Ello ocurre en un contexto donde es necesaria la adaptación de modelos extranjeros que no se adecúan a las modalidades de suelo y uso que prevalecen en el medio local. Pero a medida que aumenta el clima competitivo en la rama adquieren mayor importancia los esfuerzos tecnológicos dedicados a las esferas técnicas de proceso de producción y de organización industrial y las tres actividades tecnológicas contribuyen a determinar el desempeño de las firmas en el mercado.

El segundo tema enfoca el estudio del comportamiento diferencial de las empresas. Las firmas de la rama tienen distinto origen y fuentes de acumulación de experiencia tecnológica. Por lo tanto, son diferentes los tiempos y la forma de maduración y de tránsito entre etapas evolutivas. Posteriormente, a medida que las empresas se desarrollan y captan todo el mercado nacional de los productos que ofrecen, se enfrentan a límites que les son comunes y deben dar respuestas tecnológicas adecuadas al comportamiento de las otras empresas para abordar con éxito la lucha competitiva.

Por último se analiza la interacción que se establece entre el ambiente macroeconómico, la demanda y el mercado, por un parte, y la conducta tecnológica de las empresas, por la otra. Se pueden distinguir influencias o determinaciones en ambos sentidos, desde el mercado o desde las medidas de política económica hacia las empresas y desde éstas hacia las otras empresas del sector y por lo tanto hacia el mercado mismo. Esta interacción y la forma como varía en el tiempo es el tema del último apartado.

El tratamiento de los tres temas tiene un rasgo común. En todos ellos se analiza cómo van cambiando algunos rasgos de la conducta tecnológica de las empresas a medida que evoluciona el mercado al cual pertenecen.

Las firmas seleccionadas para los estudios de caso fueron Rota Agro, Tanapo y Nardi. Rota Agro fue la primera empresa industrial de la rama de maquinaria agrícola. Fundada en 1961 como taller de servicios agrícolas, tres años más tarde se introdujo en el mercado de equipos y comenzó un rápido proceso de crecimiento y

^{1/} Mauricio Turkieh et. al., "El cambio tecnológico en la industria venezolana de maquinaria agrícola. Estudios de caso", Monografía de Trabajo N° 52, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, julio 1982.

diversificación que la convirtió en la primera firma del sector en atención al volumen de ventas, situación que se mantiene hasta el presente. En el momento de su fundación sólo existían algunos talleres artesanales que producían rastras, arados y otros pocos y sencillos equipos. La demanda de maquinaria agrícola era abastecida fundamentalmente desde el exterior. Fue mediante la adaptación de diseños extranjeros que Rota Agro pudo acceder al mercado local y competir exitosamente con la oferta importada. La legislación proteccionista de 1968 afianzó la posición de la empresa.

Dicha legislación alentó también la introducción de otras empresas. En 1971 se fundó Nardi de Venezuela mediante una inversión directa de capital de Nardi de Italia, su casa matriz. La subsidiaria absorbió en el momento de su creación a una firma comercial representante de la empresa matriz e inició la producción de discos para rastras y arados y poco después desarrolló un rápido proceso de diversificación hacia un conjunto amplio de equipos agrícolas. Nardi es actualmente la segunda empresa de la rama en volumen de producción y ventas.

En 1972 Tanapo, taller artesanal que se dedicaba exclusivamente a la fabricación de rastras, firmó un contrato de asistencia tecnológica en diseño y proceso de producción con la Rome Plough de Georgia, Estados Unidos. A partir de entonces Tanapo inició su evolución hacia empresa fabril y actualmente es líder en el mercado de rastras, el más importante de los productos de la rama ya que concentra alrededor de la mitad de la demanda total de equipo agrícola en Venezuela.

El ingreso de Nardi y Tanapo aumentó el clima competitivo de la rama, dando lugar a un mercado típicamente oligopólico. Actualmente, con la extinción casi absoluta de los talleres, las tres empresas concentran prácticamente la totalidad de la oferta nacional de maquinaria agrícola, mientras la importación carece de significación en el mercado de esos bienes. La oferta nacional se limita solamente a equipos cuyo diseño y técnicas de producción corresponden a un primer nivel de complejidad tecnológica. Todos ellos se acoplan al tractor para su uso y no incluyen sistemas de autopropulsión, que distinguen a la maquinaria considerada de nivel tecnológico más elevado.

II. EL PAPEL DE LA DEMANDA EN LA DETERMINACION DE LA NATURALEZA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO

En el transcurso del tiempo la rama fue pasando por diversas etapas según la forma del mercado. En términos generales puede afirmarse que al estadio artesanal le sucedió el ingreso de una empresa fabril, Rota Agro, que se implantó en el mercado por causas exógenas al mismo. Se inició así una etapa donde la presencia de dicha firma era preponderante y su performance definía los aspectos básicos de la evolución del mercado. Posteriormente, con la protección arancelaria legislada en 1968, dio comienzo la etapa de transición hacia el mercado oligopólico, que se extendió hasta 1974. Desde esa fecha a la actualidad el mercado es típicamente oligopólico y ya ha atravesado una primera fase de competencia incipiente que ha comenzado a generalizarse dando inicio en 1978 a una forma más amplia de lucha competitiva.

En el marco de esta evolución fue cambiando el énfasis que debieron dedicar las empresas al esfuerzo tecnológico en cada esfera de actividad. Durante el perí-

odo artesanal y cuando Rota Agro era la única empresa fabril de la rama, la atención se concentró en el desarrollo de adaptaciones de diseños importados, mientras que las tareas referidas a proceso de producción y organización industrial recibieron menor esfuerzo. Dicha situación fue cambiando en las etapas sucesivas que transitó el mercado.

El período artesanal del mercado se extiende hasta 1964, año en que se implanta Rota Agro en la rama como empresa fabril. Hasta ese momento existían en el sector solamente empresas artesanales, que producían rastras, arados y algunos otros sencillos equipos agrícolas.

Los talleres artesanales abarcaban ámbitos geográficos muy reducidos alrededor de su localización. Prácticamente no competían entre sí. Se originaban en su mayoría en talleres de reparación de equipos metalmecánicos y de maquinaria agrícola importada. Su estructura organizativa era familiar.

Abastecían una porción pequeña del mercado global. Importantes empresas comerciales tenían la representación de las grandes firmas fabriles internacionales y llegaban con los productos de importación a todo el mercado nacional. Los talleres sostenían su presencia en el mercado mediante la adaptación de los modelos importados a las condiciones de uso locales. Estas se caracterizaban por exigir de los equipos agrícolas una mayor resistencia durante la labor. Las innovaciones adaptativas de los talleres se limitaban a reforzar las estructuras de los equipos copiados, a simplificar los diseños y a sustituir algunos insumos por las materias primas corrientes en el poco desarrollado mercado nacional de la industria metalmecánica.

Las copias y adaptaciones de modelos extranjeros se realizaban sin el uso de licencias y sin protección arancelaria. Pero las innovaciones fueron creando cierta protección natural que permitía derivar parte de la demanda hacia los talleres. El esfuerzo tecnológico estaba concentrado en el área del diseño. Las tareas relacionadas a la esfera de la producción no planteaban desafíos pues las técnicas involucradas eran por demás sencillas. La protección natural desvinculaba el mercado abastecido artesanalmente con aquel más importante, más exigente y que comprendía equipos más complejos, que seguía cubierto con la oferta de equipos importados. De tal forma, los talleres no se enfrentaban a la competencia externa y los esfuerzos tecnológicos de las áreas relacionadas a la eficiencia productiva no tenían ocasión de originarse.

Las características de la demanda, por tanto, determinaban la orientación del esfuerzo innovativo hacia la esfera del producto. La oferta artesanal sumamente fraccionada y la protección natural permitían que las empresas no desarrollasen con intensidad las actividades innovativas relacionadas con los costos de producción.

En 1964 Rota Agro inició sus actividades como empresa fabril y dio comienzo con su gestión a una nueva etapa en la evolución de la rama. Esta etapa se caracteriza por la existencia de una empresa fabril que coexiste con un conjunto de talleres artesanales. Sin embargo, los elementos de lucha competitiva más significativos no se plantearon entre las empresas locales, sino entre Rota Agro por un lado y las firmas internacionales y las casas comerciales por el otro.

Rota Agro desarrolló su etapa artesanal en Cuba, donde luego adquirió carácter de pequeña empresa fabril. Cuando los empresarios llegaron a Venezuela en 1961 proyectaban fundar una empresa productora de maquinaria agrícola que partiera de la misma escala de actividad alcanzada en Cuba. A fin de lograrlo debieron dedicar tres años para reunir algunos requisitos indispensables. Durante ese tiempo, mediante una empresa de servicios agrícolas, conocieron el mercado al cual accederían más tarde; se interiorizaron de las condiciones del suelo y uso de los equipos, observaron las fallas habituales de la maquinaria importada y reunieron el capital inicial para la inversión industrial. La experiencia adquirida en Cuba y los años de aprendizaje local les permitieron acumular la capacidad técnica necesaria para enfrentar exitosamente el reto de competir con los modelos importados.

La etapa del mercado caracterizada por la presencia de una sola empresa fabril se extendió entre 1964 y 1968, fecha en la cual la protección arancelaria hacia los productos que iba introduciendo Rota Agro dio lugar a una posterior transformación en las pautas de la competencia. En la etapa bajo análisis el esfuerzo innovativo de Rota Agro se concentró en la ingeniería de diseño. Para acceder al mercado nacional -meta que se impuso la empresa desde 1961- Rota Agro debía ofrecer productos que se enfrentasen con ventaja a los importados y para ello tuvo que desarrollar diseños adaptados al uso local. También era necesario llegar al mercado con precios iguales o inferiores a los de importación a pesar de la reducida escala de producción. Ello fue posible mediante cierta simplificación de los modelos importados y gracias a las ventajas de la estructura familiar de la empresa, que permite bajar costos de administración y gerencia y posibilita la capitalización de utilidades. Por lo tanto no fue necesario desarrollar todavía esfuerzos en las áreas técnicas de proceso y organización comparables a los de diseño.

La actividad en la esfera del producto abarcaba el refuerzo adaptativo de modelos extranjeros, la diversificación de líneas y la mejora de la calidad. Esta última era guiada por la tarea de seguimiento que se expresaba en el reclamo de los usuarios. De tal forma la firma recibía indicios ciertos sobre cómo orientar las innovaciones adaptativas. El seguimiento de los productos era para Rota Agro, y así lo fue luego para las otras empresas que se incorporaron a la rama, una de las principales fuentes de aprendizaje tecnológico.

La etapa bajo estudio se caracteriza por el esfuerzo adaptativo que realizó la única empresa fabril de la rama a fin de competir con los productos importados. En esa tarea logró desarrollar una protección natural que le permitió acceder paulatinamente al mercado nacional. Las características de la demanda, por tanto, determinaron sustancialmente la conducta tecnológica de la oferta local.

La protección natural adquirida por Rota Agro fue la base que le permitió gestionar las medidas de protección arancelaria establecidas en 1968. A partir de entonces el surgimiento de rentas diferenciales atrajo a otras empresas entre las cuales se encontraban Nardi y Tanapo. Estas fueron las únicas que permanecieron y se desarrollaron en el mercado en gran medida debido a la asistencia tecnológica que recibieron de la casa matriz y la licenciante, respectivamente. Entre 1968 y 1974 se extiende el período de transición del mercado hacia la forma oligopólica. Comenzaron a cobrar mayor importancia en esta etapa las actividades de ingeniería de proceso y de organización y métodos. Para acceder al mercado

segua siendo indispensable realizar tareas de adaptación de diseños, pero al aumentar el clima competitivo las empresas necesitaban atender los costos de producción pues debían llegar al mercado con una cierta relación de calidad y precios que resultase atractiva para el usuario. Durante el período oligopólico, que se extiende hasta la actualidad, los esfuerzos en proceso y organización adquirieron mayor importancia aún, debido a que la expansión de cada empresa incide ahora en la porción del mercado que puede ser captada por las otras. Al cambiar la intensidad de la competencia, entonces, se desplaza el énfasis entre las ingenierías de planta.

Pero esto no implica que las empresas se hayan desentendido de las innovaciones en diseño. A partir de la protección arancelaria se amplió la oferta de maquinaria agrícola tanto en variedad de líneas como en gamas dentro de cada una de ellas. Creció de esa forma la porción de mercado captada por la oferta nacional y la importación pasó a ocupar un lugar secundario. La atención de todos los estratos y tipos de usuarios y la intensificación de la lucha competitiva entre las firmas locales implicó una ardua tarea de diversificación y de sucesivas mejoras en los diseños que requirió importantes esfuerzos tecnológicos.

Recién ahora se denotan algunos signos de agotamiento en la estrategia de diversificación de las empresas. Ello ocurre porque la oferta nacional ya ha absorbido todos los submercados existentes en el nivel de maquinaria agrícola que se produce localmente. Por otra parte, tampoco hay presiones de consideración que induzcan a mejorar el nivel de calidad general de los productos, pues la frontera tecnológica evoluciona lentamente y se encuentra prácticamente desvinculada del mercado por la barrera natural y la proteccionista.

En el futuro los esfuerzos en diseño estarán sostenidos por la necesidad de competir entre las empresas locales. No será fundamentalmente una respuesta a las necesidades y orientaciones de la demanda pues esa tarea ha sido realizada en gran medida. Se tratará en cambio de extender la competencia hacia otros productos además de la rastra. Por lo tanto, no sólo cambia en el tiempo el énfasis en cada ingeniería de planta sino que también evolucionan los factores que motivaron la realización de esfuerzos dentro de una misma área de actividad tecnológica.

III. CONDUCTA TECNOLÓGICA DE LAS EMPRESAS

Las firmas estudiadas muestran conductas tecnológicas muy diferentes entre sí. Las mismas están condicionadas por distintas variables que tienen un papel importante en la orientación de las decisiones empresariales. Entre ellas cabe destacar el origen de la empresa y la fuente del aprendizaje tecnológico. De tal modo, a pesar de ubicarse las firmas en el mismo mercado y recibir la influencia de un contexto macroeconómico común a todas ellas, las conductas individuales son diferentes y también son distintos los ritmos y formas de acumulación de experiencia tecnológica. Más adelante en el tiempo, a medida que las empresas evolucionan, alcanzan escalas de producción similares, agotan la capacidad de absorción de la demanda y compiten abiertamente entre sí, se enfrentan cada vez más a límites que se originan en el tamaño del mercado y en el nivel de maduración de la industria en su conjunto. Al mismo tiempo cada empresa es más dependiente del grado de evolución alcanzado por las otras. Estas circunstancias influyen en la orientación de su

esfuerzo tecnológico.

En el desarrollo evolutivo de las empresas del sector pueden distinguirse tres etapas. La primera es el estadio artesanal al que le sucede el proceso de transición hacia la empresa industrial o fabril. Por último se desarrolla la etapa fabril, que comienza con la fase de "digestión" del proceso de ampliación que le antecede. En los casos de empresas que se implantan como industriales, está ausente el período artesanal y debe cumplirse el proceso de consolidación como empresa fabril, que es la condición para alcanzar plenamente dicho nivel.

De las empresas estudiadas dos de ellas, Rota Agro y Tanapo, tienen origen artesanal. Haber desarrollado esa etapa influye positivamente en la capacidad de la firma para expandirse en el mercado y subsistir aún en circunstancias difíciles. Rota Agro es un buen ejemplo de ello. Si bien se estableció como fabril en Venezuela, tuvo su desarrollo artesanal en Cuba, y durante tres años acumuló experiencia tecnológica en el medio local a través del taller de servicios agrícolas (1961-64). Tales antecedentes le permitieron integrarse al mercado nacional y competir con los equipos importados sin gozar de protección arancelaria. Su desempeño durante los primeros años, que fue favorecido por la experiencia anterior, facilitó luego el establecimiento de una política proteccionista que atrajo a otras firmas. El pasado artesanal de Rota Agro fue un factor positivo en su evolución, aunque no puede considerarse como un determinante absoluto o una condición necesaria.

El acceso a una fuente externa de asistencia tecnológica es un factor de consideración en la capacidad de desarrollo de las firmas y en la determinación del ritmo de acumulación o de dominio del conocimiento técnico. De las empresas que se implantaron en el mercado a partir de la protección arancelaria, o de las que expandieron entonces su planta desde una escala artesanal, sólo subsistieron aquéllas que contaron con asistencia externa. En cuanto a los ritmos de acumulación de experiencia y de evolución madurativa, es válido comparar los casos de las empresas analizadas para extraer conclusiones.

Rota Agro tardó 13 años (1964-1977) en desarrollar la etapa de consolidación como empresa fabril. Fue el lapso más prolongado en comparación con las otras firmas. El subperíodo que se extiende entre 1964 y 1968 en la evolución de la empresa ya fue descrito en el apartado anterior. En el mismo la firma atendió primordialmente al área de diseño y compitió exitosamente con la oferta importada de sembradoras rotativas, arados y rastras. Entre 1968 y 1974 Rota Agro amplió en gran medida la diversificación de la oferta mediante adaptaciones de productos importados ya conocidos en el mercado local y de técnicas de elaboración muy sencillas. Simultáneamente incrementó la escala productiva e incorporó equipos de capital que mejoraron parcialmente la calidad de sus productos.

Desde 1974 a la actualidad se extiende la etapa que desde el punto de vista del mercado puede considerarse de competencia oligopólica. En dicho período se dio un ciclo completo de auge y recesión en el mercado de maquinaria agrícola. En 1974 el estado venezolano comenzó a conceder a los productores agrícolas grandes volúmenes de crédito de inversión en términos muy favorables. Se expandió rápidamente la demanda de maquinaria agrícola en el período 1974-77 de forma tal que se triplicó el valor del punto de origen. En 1978 hubo una importante restricción en los créditos agropecuarios y los productores disminuyeron drásticamente su adquisición de maquinaria, en parte por tal razón y en parte debido al sobre-

equipamiento producido durante el auge. En la fase de alza se desarrolló una competencia incipiente en el mercado de rastras mientras que en la fase recesiva se amplió la competencia en dicho producto y comenzó a extenderse hacia otros equipos. Por tal razón, desde el punto de vista del mercado pueden reconocerse las fases de competencia incipiente y de competencia generalizada, que coinciden con la onda cíclica a que se ha hecho referencia.

En el lapso que media entre 1974 y 1977 la atención de Rota Agro se concentró en incrementar la capacidad productiva mediante la ampliación de la planta y a través de otros métodos independientes de la misma. El objetivo primordial radicaba en atender la demanda que crecía con rapidez. La empresa no contaba con una estrategia de largo plazo. La ampliación de la planta se realizó en forma desordenada sin atender a un diseño estudiado. También se realizaron esfuerzos en el área del producto. Pero se refieren a la diversificación de la gama de rastras con el fin de abastecer las necesidades de los usuarios de las distintas regiones y cultivos del país. El énfasis en la extensión de la oferta inhibió los esfuerzos en la calidad del producto, que en algunos casos se deterioró.

Hasta 1974 casi todo el esfuerzo tecnológico desarrollado por Rota Agro recayó en los cuatro hermanos fundadores de la empresa, que basan sus conocimientos en la experiencia productiva ya que no cuentan con estudios técnicos. Fueron ellos, mediante una división del trabajo relativamente flexible, quienes tuvieron la responsabilidad de desarrollar simultáneamente los cargos gerenciales y técnicos de la empresa. Este caso resulta típico en las empresas familiares donde no se ha producido aún el cambio generacional. En Rota Agro la incorporación de la segunda generación profesional se produjo recién en 1980. En los años de auge se crearon nuevos departamentos técnicos a cargo de ingenieros dado que el incremento de la producción lo requería, pero dichos equipos fueron disueltos en el período recesivo.

Tanapo y Nardi, empresas licenciaria y subsidiaria respectivamente, cubrieron la etapa de transición y de consolidación como empresa fabril en un período mucho menor, y a pesar de haber partido con un rezago considerable con relación a Rota Agro, arribaron a la etapa fabril en forma simultánea con dicha empresa.

Tanapo desarrolló su estadio artesanal de producción de rastras entre 1962 y 1971. La etapa de transición entre taller artesanal y empresa fabril se extendió desde 1972, cuando se firmó el contrato de asistencia tecnológica con la Rome Plough, hasta 1978. Deben distinguirse dos fases en dicha etapa. En la primera se prepararon los nuevos diseños bajo licencia y se sustituyeron algunas partes y materias primas nacionales por otras de origen importado cuya especificación estableció la firma licenciante. La fase concluyó en 1975 cuando se ofreció la gama completa de rastras bajo licencia y se suspendió la actividad de reparaciones. Durante esta fase el énfasis se concentró en las tareas de diseño, en la ampliación del número de modelos ofrecidos y en la sustitución de partes y materias primas por otras de mejor calidad. La experiencia acumulada durante el período artesanal se potenció con la asistencia tecnológica de la Rome Plough y la calidad de las rastras sufrió un cambio cualitativo.

La asistencia tecnológica en diseño y materias primas tuvo un papel preponderante en la acumulación de experiencia por parte de Tanapo. Pero también hubo otros cambios en la empresa que facilitaron su evolución. En 1972 se produjo el ingreso a la empresa de la segunda generación técnica que permitió un avance rápido en el proceso madurativo de la estructura familiar de la firma.

La segunda fase del período de transición (1976-78) se destaca por la ampliación de la planta, la reorganización global de su diseño, el aumento del grado de diversificación de la oferta y el comienzo de la autonomización en la actividad innovativa en el área del producto. Al mismo tiempo Tanapo dedicó grandes esfuerzos a las tareas de diversificación de su oferta. Ello permitió conquistar el liderazgo en variedad de modelos de rastras en 1979, cuando alcanzó el nivel de Rota Agro. Este hecho se sumó al tradicional liderazgo de Tanapo en calidad del producto y permitió que pocos años más tarde la empresa igualase el volumen de ventas de rastras de Rota Agro.

En la fase de auge del mercado (1974-77) Tanapo no incorporó nueva capacidad técnica o ingenieril. La acumulación de experiencia se basó en los conocimientos adquiridos durante la etapa artesanal y especialmente en el período 1972-75, el de mayor intensidad en cuanto a la asistencia técnica recibida. Posteriormente se siguió haciendo uso de dicha asistencia, pero en el área de diseño comenzó a denotarse una acumulación de experiencia propia, surgida de la práctica cotidiana en la relación con los usuarios, que permite a Tanapo tomar iniciativas en las innovaciones relacionadas a adaptación y calidad del producto, que luego requieren la conformidad de la Rome. Sin embargo, la asistencia de ésta es todavía esencial en la provisión de los diseños originales en ocasión de estudiar la incorporación de nuevos modelos. Tanapo no cuenta con un equipo propio de diseño ni con un laboratorio de desarrollo de prototipos. Por lo tanto depende para dicha función de la Rome. Pero esta circunstancia le permite desarrollar la adaptación a las condiciones locales de un nuevo modelo en un tiempo mucho menor al de Rota Agro.

Tanapo cubrió su etapa de transición en 6 años, al cabo de los cuales competía ventajosamente con Rota Agro. En parte este resultado se vió favorecido por la asistencia tecnológica recibida de la Rome y en particular se debe a la incorporación de la segunda generación profesional con antelación a Rota Agro. La influencia de cada una de estas variables no puede distinguirse de un conjunto amplio de otros condicionamientos y circunstancias, y tampoco es posible atribuir relaciones de determinación precisas entre causas y resultados. Sólo se hace referencia aquí a factores que tienen alguna incidencia en la orientación de conductas tecnológicas y se señala en términos generales el signo de dichas relaciones.

Nardi, por su parte, desarrolló la etapa de consolidación como empresa fabril en 5 años. La característica que distingue a esta firma de las anteriores es que no tuvo un período artesanal de acumulación de experiencia propia. Nació como subsidiaria de una firma extranjera y durante todo el período de consolidación su dependencia tecnológica de la casa matriz fue casi absoluta. Algunos signos de autonomización se denotan en la etapa fabril iniciada en 1978. Son más leves que los de Tanapo y ocurrieron más tarde que en esa firma, quizá por carecer de un estadio artesanal, que facilita la acumulación endógena de experiencia.

La asistencia y respaldo tecnológico de la casa matriz le permitieron expandirse en un lapso muy breve, dado que en 1975 era ya la segunda empresa del mercado detrás de Rota Agro, que fue fundada como fabril en 1964.

La fase de implantación concentró una gran actividad técnica. En 1972 se inició la producción de discos y un año más tarde se incorporó la planta de maquinaria agrícola, cuya ampliación concluyó en 1975. Los diseños originales de los modelos adaptados al uso local siempre pertenecieron a la casa matriz. La gerencia local participó en la selección de los productos a ofrecer dado que tenía conocimien-

to del mercado nacional, pero el desarrollo de las innovaciones adaptativas reca-
yó sobre Nardi de Italia. La experiencia de Nardi de Venezuela proviene de esa
fuentey de las tareas de seguimiento de sus productos. Los años 1976 y 1977
fueron de rápido crecimiento de la demanda. La asistencia tecnológica de Nardi
de Italia se mantuvo pero la nueva escala de operaciones requirió la incorporación
de capacidad técnica adicional de la cual se prescindió en los años de recesión.

El acceso a la asistencia tecnológica externa permitió a Nardi y Tanapo
garantizar un cierto nivel de calidad que desde el primer momento superaba el
adquirido por Rota Agro. Esta última debió entonces encarar la tarea de introducir
sucesivas mejoras mediante métodos que implicaron errores, demoras y mayores costos.
Por otra parte, Nardi alcanzó un nivel similar al de Rota Agro en la variedad de
líneas ofrecidas en una pequeña fracción del lapso que necesitó esta última. La
disposición de modelos de Nardi de Italia aceleró la introducción de los mismos en
el mercado con costos y tiempos de adaptación muy bajos.

A igualdad de asistencia tecnológica externa, Nardi y Tanapo se diferencian
en su origen. Este hecho favoreció a Tanapo, que logró una autonomización más rá-
pida y completa en su capacidad de diseño adaptativo que Nardi, que depende en mayor
medida de su casa matriz. Por el contrario, Nardi arribó a la categoría de empresa
fabril en un lapso considerablemente más breve que el que necesitó Tanapo desde su
fundación como taller artesanal en 1962.

El origen artesanal de las empresas está ligado a la condición de familiar.
Pero dentro de la categoría de empresa familiar deben distinguirse grados de madura-
ción. Un importante avance en la acumulación de experiencia en las empresas familia-
res se verifica a partir de la incorporación de la segunda generación, que con fre-
cuencia representa un nivel cualitativamente superior de capacidad tecnológica. Es
lo que ocurre entre Rota Agro y Tanapo. Esta última incorporó la segunda generación
en 1972 y Rota Agro recién lo hizo en 1980. Este hecho explica hasta cierto punto
muchas de las decisiones adoptadas por ambas empresas, que condujeron a través del
tiempo a que Tanapo alcanzara a Rota Agro en el grado de penetración del mercado,
mantuviera siempre el liderazgo en calidad y la superara en la variedad de rastras
ofrecidas. Obviamente este resultado también se deriva del hecho que Tanapo tuvo
desde 1972 un contrato de tecnología que facilitó la actividad de innovación adap-
tativa de diseños y de la circunstancia de haberse especializado exclusivamente en
la producción de rastras.

En 1978, al iniciarse la fase recesiva del mercado de maquinaria agrícola,
las tres firmas habían alcanzado simultáneamente el carácter pleno de empresa fabril.
Al mismo tiempo la producción local completaba la captación de la demanda nacional de
equipos sin tracción propia. En el mercado de rastras se desarrollaba una competen-
cia incipiente entre las tres empresas. En 1974 Rota Agro era el único oferente
nacional, exceptuando los talleres artesanales, mientras que en 1977 Nardi captaba
el 19% y Tanapo el 9% de la demanda.

Las empresas tuvieron orígenes y fuentes de aprendizaje tecnológico diferentes
y evolucionaron con distinto ritmo. Pero al alcanzar cierto grado de maduración
se enfrentan a límites que surgen del tamaño del mercado que abastecen y del grado
de desarrollo de la industria metalmeccánica y son cada vez más interdependientes,
dado que el crecimiento de una empresa implica el desplazamiento de las otras. Por
otra parte, a medida que las empresas crecieron y ampliaron sus plantas, fueron
alcanzando una escala productiva mínima a partir de la cual comparten ciertas ca-

racterísticas técnicas y deben adoptar similares soluciones en un contexto industrial y competitivo común a todas ellas.

La conducta tecnológica de las empresas en la fase recesiva permite verificar las afirmaciones precedentes. La recesión se caracterizó por una dramática caída de la demanda dirigida al sector. La empresa más perjudicada fue Rota Agro, que además de sufrir una baja absoluta de las ventas perdió peso en el mercado global de las rastras, su principal rubro de ventas. Este fue un resultado que derivó de dos causas. Por una parte la conducta de la empresa en el período anterior y por otra, las respectivas conductas de Nardi y Tanapo.

En la fase de auge Rota Agro expandió su planta en atención a la evolución inmediata de la demanda, sin prever la futura situación de receso. Incorporó equipos de capital hasta el año 1977 y heredó en la fase siguiente una planta desproporcionada con relación a la nueva escala de ventas. Durante la recesión se agudizó la desorganización originada en años anteriores. Además, Rota Agro había prestado escasa atención a la calidad del producto y en el receso el mercado se volvió más exigente al respecto. Actualmente la empresa debe dedicar importantes esfuerzos a las tres áreas de actividad tecnológica a fin de mejorar la calidad de sus productos y reducir los costos de producción. En ambos aspectos se encuentra rezagada con relación a sus competidores y esta situación tiene un reflejo claro en la caída de la porción que capta del mercado.

A partir de 1978, una vez que Tanapo concluyó la ampliación de su planta, la empresa desarrolló múltiples aspectos relacionados con su organización industrial. Además, diversificó su oferta de rastras y penetró en todos los ámbitos del mercado nacional. Actualmente su volumen de producción de rastras es similar al de Rota Agro.

Observando la conducta de Tanapo en el área del producto se denota cierto grado de agotamiento en la necesidad de dedicarle importantes esfuerzos en el futuro. Tanapo el líder en calidad del producto desde el lanzamiento de las rastras bajo licencia. Se ha autonomizado casi completamente de la Rome en la tarea de introducir innovaciones adaptativas. Depende de ella en la incorporación de nuevos modelos, pero nunca esta tarea recayó en la gerencia local. Su grado de diversificación es el mayor en el mercado de rastras y abastece con su oferta todas las regiones y tipos de usuarios. Así como en la historia técnica en el área del proceso de producción y del diseño de planta pueden observarse con el aumento del grado de madurez de las empresas ciertas inflexibilidades que surgen de las características que fue adoptando en el tiempo la planta de producción, también puede postularse que existe cierto grado de irreversibilidad y rigidez en la conducta a adoptar en las otras áreas a medida que se desarrolla la empresa. El caso de Tanapo en el área del diseño es un ejemplo de este fenómeno.

Durante la recesión Nardi diversificó su oferta en dos sentidos. La capacidad ociosa emergente de la situación impulsó a ello. Por una parte se dedicó a abastecer pequeños submercados incrementando su oferta con nuevos productos que hasta el momento se importaban o eran ofrecidos por pequeños talleres artesanales. Desde hace años es la empresa que presenta la oferta más amplia en cantidad de líneas. Por otra parte, introdujo nuevas gamas de rastras para competir con Rota Agro y efectivamente logró su objetivo dado que aumentó su participación en el mercado en desmedro de esa empresa.

Pero Nardi se encuentra ahora ante cierta barrera en su capacidad de diversificar la oferta. Casi ha completado la variedad de líneas que puede ofrecer sin sobrepasar cierto nivel de complejidad en proceso y diseño. Cuando intenta desarrollar productos de mayor complejidad relativa se enfrenta con límites que plantean el tamaño del mercado, la ausencia de modelos Nardi de Italia para adaptar y la falta de un departamento propio de diseños.

Nardi ha logrado con el tiempo autonomizarse en buena medida de su casa matriz en las tareas relacionadas a los cambios de diseño que se producen habitualmente como consecuencia del seguimiento de los productos o de problemas derivados del suministro de materias primas. Unido a la barrera con que se enfrenta en la actividad de diversificación de líneas, se da cierto agotamiento en la necesidad de dedicar esfuerzos al área del producto. Pero esto ocurre en una escala menor a la de Tanapo, en parte debido a que la calidad de los productos Nardi no se equipara a los de esa empresa y en parte a un nuevo hecho que tiende en forma débil aún a modificar las pautas competitivas del mercado.

El alto grado de capacidad ociosa de Rota Agro y Nardi originado en la caída de las ventas impulsó a estas empresas a diversificar su oferta en productos semejantes. Por lo tanto, la competencia no sólo se generaliza en el mercado de rastras sino también en el de otros productos. Esta circunstancia hace necesaria todavía cierta atención al área de diseño por parte de Nardi. A pesar de ello, en el futuro tendrán una importancia mayor en su conducta tecnológica las actividades que se relacionan con la eficiencia productiva, dado que el propio desarrollo que la competencia induce la necesidad de reducir los costos de producción. Como puede observarse, a medida que la competencia se hace más intensa la conducta tecnológica de las firmas tiende a depender con fuerza del comportamiento de las otras empresas.

Pero las empresas se enfrentan a límites serios en la posibilidad de ampliar decisivamente la escala productiva, emprender el desarrollo de nuevos productos y elevar el nivel de su capacidad tecnológica.

En la fase recesiva del ciclo fueron desplazados del mercado los talleres artesanales y las empresas analizadas abastecen ahora prácticamente toda la demanda que corresponde a los equipos sin tracción propia. Entre éstos queda muy poco margen para ampliar la sustitución de importaciones. Es el caso de algunos pocos equipos cuyo desarrollo y producción locales se ha intentado sin éxito debido principalmente al reducido tamaño del mercado y a la falta de capacidad de diseño.

Por otra parte, Venezuela importa la totalidad de la maquinaria agrícola con tracción propia, que pertenece a un nivel de complejidad técnica muy superior. En este caso la escala mínima de producción que se requiere para disminuir los costos

fijos excede la capacidad de absorción del mercado, dado que el umbral de inversión inicial es alto. El límite se encuentra entonces en el tamaño del mercado de maquinaria agrícola. Además, la experiencia adquirida en la producción de equipos sin tracción propia es importante como antecedente, pero para acceder a la fabricación la maquinaria autopropulsada es indispensable un salto cualitativo en la capacidad técnica de producción.

Las empresas venezolanas no pueden competir con sus productos en el mercado internacional. Si bien la tarea de adaptación de diseños al uso local favorece la penetración en mercados que tienen una demanda de características similares, los costos de producción son muy elevados. La fabricación de equipos agrícolas, al margen de los problemas de escala, sufre las ineficiencias que surgen del escaso desarrollo de la industria metalmeccánica venezolana. Ello implica alto costo de insumos básicos, carencia de industrias de apoyo y problemas de inseguridad y baja calidad en los suministros de partes y materias primas.

En resumen, el origen de las empresas y la fuente de acumulación de experiencia tecnológica influye en la forma y ritmo del aprendizaje, pero al llegar a cierto grado de desarrollo evolutivo se plantean límites y condicionamientos que provienen del tamaño del mercado, del contexto industrial y macroeconómico y de la propia conducta competitiva de las firmas.

IV RELACION ENTRE MORFOLOGIA DEL MERCADO Y CONDUCTA TECNOLOGICA DE LAS EMPRESAS

Entre el ambiente macroeconómico y las características de la demanda y el mercado, por un lado, y la naturaleza de la conducta tecnológica y empresarial de las firmas, por el otro, se da una rica y variada gama de relaciones recíprocas. Es una relación compleja formada por múltiples influencias que se mueven en ambos sentidos. Se intentará ahora resumir en pocas líneas cómo se da la relación y cómo cambian algunos de sus rasgos en el tiempo.

Se puede argumentar que a medida que el mercado venezolano de maquinaria agrícola evoluciona desde la forma artesanal hacia la monopolística y luego hacia la oligopolística, las empresas -impulsadas por dichos cambios y por factores que provienen del ambiente macroeconómico y de la política sectorial- van modificando el énfasis que dedican al esfuerzo en cada una de las áreas de la actividad tecnológica. Aún cuando esto es cierto, es sólo una línea de causalidad y tomada aisladamente resulta falsa porque reduce el problema a un aspecto importante pero insuficiente para dar cuenta de la realidad.

Por otra parte, también puede afirmarse que se da la influencia o determinación inversa. Las sucesivas conductas de cada empresa van conformando una particular historia técnica que condiciona las decisiones tecnológicas, determina la performance de la firma en el mercado e influye en la conducta de las otras empresas, contribuyendo así a delinear la morfología del mercado a través de modificaciones en la participación de cada firma. Cabe aquí hacer la misma observación que antes. Es cierto, pero no se puede considerar aisladamente.

Se analizará ahora dicho fenómeno en las distintas etapas que transitó el mercado.

En el período artesanal del mercado la mayor parte de la demanda se satisfacía con productos importados. Al margen de esa oferta se manifestaba otra, de carácter local, sumamente fraccionada. Esta atendía una demanda menos exigente mediante la simplificación y adaptación de algunos modelos extranjeros. No existía competencia entre los talleres artesanales. Las tareas innovativas usuales se concentraban en el área del diseño. Las técnicas productivas y organizativas requerían sólo un mínimo de atención. La demanda orientaba la naturaleza del esfuerzo innovativo.

Con la implantación de Rota Agro al mercado comenzó una nueva etapa. La empresa atrajo hacia sí parte de la demanda abastecida por los talleres artesanales, pero la competencia de mayor relevancia se estableció con los productos de importación. Rota Agro desarrolló una ardua actividad adaptativa de los diseños extranjeros conocidos en el medio local y logró diferenciar sus productos. Estableció mediante las adaptaciones y las tareas de reparación y servicios de post-venta una barrera natural que le permitió establecerse con firmeza en el mercado local. En cuanto a la forma de desarrollar su conducta tecnológica -innovación adaptativa, diversificación de líneas y gamas- que ponía acento en el área del producto, la demanda determinaba las circunstancias principales. Los esfuerzos en proceso de producción y organización realizados en la empresa no tuvieron una envergadura comparable a los de diseño.

Durante el período de transición hacia la forma oligopólica o de gestación del mercado de maquinaria agrícola, las pautas del mercado y la competencia y las determinantes recíprocas con la conducta empresarial comenzaron a cambiar. Rota Agro encaró importantes tareas en las esferas de proceso de producción y de organización industrial. Amplió su equipo de capital, incorporó maquinaria más moderna e integró las plantas de fundición y de discos. También continuó con su política de diversificación de líneas y gamas. La protección arancelaria atrajo a otras empresas fabriles. Dos de ellas fueron desplazadas al poco tiempo por la actitud de Rota Agro que mediante una competencia dirigida especialmente hacia ellas no permitió su evolución. Se desarrollaron, en cambio, Tanapo y Nardi, empresas estrechamente relacionadas con firmas extranjeras. Por lo tanto la protección arancelaria tuvo un papel importante en la determinación del mercado. También lo tuvo la naturaleza del mercado, que influyó en la decisión de Rota Agro de incorporar la planta de discos, ante la posible competencia de Nardi

y de otra proveedora extranjera en el mercado de maquinaria agrícola. Pero fue precisamente la integración de la planta de discos la que a su vez, poco más tarde, incidiera en la determinación de Nardi de competir en rastras con Rota Agro. Dicha integración le quitó a Nardi su principal cliente en discos, y por lo tanto la empresa se consideró liberada de un acuerdo anterior por el cual no competiría en los mismos productos. Como puede observarse, las determinaciones en un sentido se encadenan y se cruzan con otras de sentido contrario y sólo pueden distinguirse mediante el análisis.

Los condicionamientos recíprocos son propios del período oligopólico. Los aspectos macroeconómicos inciden en la conducta empresarial pero las firmas observan las iniciativas de sus competidores y actúan en consecuencia. Esto es usual en un oligopolio concentrado que se mueve en un mercado que, aunque tiene altibajos de expansión y contracción es de tamaño reducido.

Una política sectorial -el aumento de los créditos agrícolas- inauguró la fase de alza del ciclo de ventas que desde el punto de vista del mercado puede considerarse como de competencia incipiente. Ello contribuyó a que las tres empresas ampliaran su equipo de capital.

Las empresas desarrollaron esfuerzos tecnológicos en las tres esferas de actividad. Algunos talleres artesanales crecieron y se incorporaron al mercado otras empresas fabriles. La medida de política sectorial incidió en la expansión del mercado, el aumento de la competencia y la conducta de las empresas. Pero a su vez éstas modificaron su conducta de acuerdo a decisiones internas en parte condicionadas por la propia historia técnica. Ante las mismas circunstancias exteriores las empresas reaccionaron de diferente modo y la conducta de cada una de ellas repercutió en las otras firmas.

Rota Agro restringió su oferta de líneas por razones derivadas de limitaciones de su capacidad productiva y organizativa y este hecho influyó en la decisión de Nardi de ampliar su propia oferta para captar submercados no atendidos por la competencia.

Rota Agro dedicó la fase de auge a expandir su producción y desatendió la calidad de sus productos. Tanapo y Nardi, por el contrario, atendieron no sólo la esfera del producto sino también las de proceso de producción y organización industrial. El respaldo tecnológico del exterior facilitó cumplir en menos tiempo y de mejor forma la acumulación de experiencia en diseño que resulta indispensable para captar la demanda. Pero también dedicaron esfuerzos a las esferas que permiten llegar al mercado con precios competitivos, condición no menos necesaria para el mismo fin.

En la fase recesiva las empresas recogieron los frutos de su conducta anterior. Nardi y Tanapo avanzaron en el mercado de rastras en perjuicio de la porción captada por Rota Agro. Por otra parte, la capacidad ociosa de Rota Agro y Nardi las impulsó a desarrollar una diversificación tal que comienzan a concurrir en el mercado de otros equipos además de rastras. El clima competitivo aumenta y con él la relación

que se establece entre las conductas de las empresas.

A lo largo del tiempo, entonces, se modificó la forma de interacción entre las variables bajo estudio. A una determinación que seguía el sentido que va desde el ambiente macroeconómico y el mercado hacia la conducta tecnológica de las empresas, le sucedió una mayor influencia en sentido inverso que equilibró el peso de la anterior. En las primeras etapas evolutivas del mercado las empresas se hallaban en estado fluido o flexible en su estructura productiva y organizativa. Eran más permeables para recibir las influencias del medio y por otra parte tenían más grados de libertad para adaptarse a las circunstancias exteriores. Desde la gestación del mercado y su tránsito a la forma oligopólica y más aún en esta última, las empresas fueron adquiriendo cierta rigidez o inflexibilidad. Este proceso tiene relación con el paso de la atención casi exclusiva desde el área de diseño hacia la dedicación de esfuerzos en las tres esferas tecnológicas. La sucesión de conductas adoptadas fue delineando una historia técnico-económica que condiciona la capacidad de elección entre conductas alternativas. La influencia de las variables externas es equilibrada por el condicionamiento recíproco entre empresas, pero al mismo tiempo ambas chocan cada vez más con la trayectoria anterior de cada empresa.

Las variables de política y los cambios del ambiente macroeconómico siguen teniendo peso, pero debieran ahora modificarse en gran medida para provocar cambios de significación en la conducta tecnológica de las firmas. Estas ya ampliaron la planta y son de tamaño mediano, recorrieron un largo camino de adaptación a la demanda, mejora de calidad y diversificación de la oferta, ya cumplieron con la integración de procesos productivos y resulta ahora menos fácil alterar las bases productivas y organizativas de la empresa. Estas se pueden adaptar mejor a las circunstancias externas sin grandes cambios en su estructura. Del mismo modo, aún cuando las firmas dependen de la conducta de sus competidores, debe esperarse que ocurran con menor frecuencia modificaciones dramáticas en el comportamiento empresarial dados los límites que impone la propia historia de la firma. Las empresas, y por lo tanto la rama y la competencia, siguen cada vez con mayor grado de determinación, leyes que se originan en su propia dinámica histórica.

Se terminó de imprimir el día
2 de Septiembre de 1.982, en
CENTROCOP S.R.L.-
Cerrito 270 - Loc. 9-CAPITAL.-
QUEDA HECHO EL DEPOSITO
QUE MARCA LA LEY Nº 11.723.-

10

11

12

