A. M. CORREIA
ENCADERNADOR
COIMBRA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA
Dpto. Ciências da Terra
F.C.T.U.C.
132238605X

Museu Mineral. e Geológico
COIMBRA
Casa
Est.
Prat. AO CONG 1, ex. 2
Pasta
N.º
a

Asociación Española
para el Progreso
de las Ciencias

Congreso de Coimbra

Tomo II

Conferencias

COLEGIO UNIVERSITARIO GEOLOGIA COIMBRA

Talleres Poligráficos, S. A.
Ferraz, 72, Madrid

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA

PARA EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA

PARA EL

PROGRESO DE LAS CIENCIAS

DÉCIMO CONGRESO

CELEBRADO EN LA CIUDAD DE COIMBRA
DEL 14 AL 19 DE JUNIO DE 1925

(TERCER CONGRESO DE LA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
PARA O PROGRESSO DAS SCIENCIAS)

TOMO II

Conferencias

MADRID
TALLERES POLIGRÁFICOS, S. A.
Ferraz, núm. 72.

1926

UNIVERSIDADE DE COIMBRA · BIBLIOTECA GERAL

UNE CONFIGURATION DANS LES COURBES PLANES DU TROISIÈME ORDRE

PAR

CL. SERVAIS

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

(Sesión del 18 de unio de 1925.)

1. *La configuration.* — Les points (A_1, A_2), (B_1, B_2), (C_1, C_2) sont les sommets opposés d'un quadrilatère complet, inscrit dans une courbe du troisième ordre; les points A_1, B_1, C_1 sont collinéaires. Les tangentiels A, B, C des couples de points correspondants du même genre (A_1, A_2), (B_1, B_2), (C_1, C_2) sont en ligne droite. Les points A, B, C sont les corésiduels respectifs des groupes de points $(B_1\, B_2\, C_1\, C_2)$, $(C_1\, C_2\, A_1\, A_2)$, $(A_1\, A_2\, B_1\, B_2)$ de la cubique et les neuf points A, B, C, A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2 sont répartis sur les coniques:

$$\Sigma_a \equiv (B\, B_1\, B_2\, C\, C_1\, C_2),$$
$$\Sigma_b \equiv (C\, C_1\, C_2\, A\, A_1\, A_2),$$
$$\Sigma_c \equiv (A\, A_1\, A_2\, B\, B_1\, B_2).$$

On désigne par X, Y, Z les quatrièmes points d'intersection des couples de coniques (Σ_b, Σ_c), (Σ_c, Σ_a), (Σ_a, Σ_b).

Les points

$$A, B, C, \quad A_1, B_1, C_1, \quad A_2, B_2, C_2, \quad X, Y, Z,$$

$$\alpha_1 \equiv (X A_1, A A_2), \qquad \alpha_2 \equiv (X A_2, A A_1),$$
$$\beta_1 \equiv (Y B_1, B B_2), \qquad \beta_2 \equiv (Y B_2, B B_1),$$
$$\gamma_1 \equiv (Z C_1, C C_2), \qquad \gamma_2 \equiv (Z C_2, C C_1).$$

sont les dix huit points de la configuration.

Ce sont les sommets des trois quadrilatères complets

$$AA_1\,XA_2\,\alpha_1\,\alpha_2, \qquad BB_1\,YB_2\,\beta_1\,\beta_2, \qquad CC_1\,ZC_2\,\gamma_1\,\gamma_2;$$

et les côtés de ces quadrilatères

$$\left.\begin{array}{llll} (AA_1\,\alpha_2 & A_1\,X\alpha_1 & XA_2\,\alpha_2 & A_2\,A\alpha_1) \\ (BB_1\,\beta_2 & B_1\,Y\beta_1 & YB_2\,\beta_2 & B_2\,B\beta_1) \\ (CC_1\,\gamma_2 & C\,Z_1\,\gamma_1 & Z\,C_2\,\gamma_2 & C_2\,C\,\gamma_1) \end{array}\right\} \qquad [\mathbf{a}]$$

sont des droites de la configuration.

2. Les sécantes $A_1\,B_1\,C_1$, $A_2\,B_1\,C_2$ des coniques Σ_b, Σ_c montrent que la tangente au point B_1 de la conique Σ_c et la corde $C_1\,C_2$ de Σ_b se coupent en un point de la corde AX commune à ces deux courbes. Ce point est le pôle de la corde $B_1\,B_2$ relativement à Σ_c et on a sur cette conique

$$(AXB_1\,B_2) = -1.$$

Il en résulte

Sur les coniques Σ_a, Σ_b, Σ_c on a respectivement les ponctuelles harmoniques

$$\begin{array}{ll} (BY\,C_1\,C_2) = -1, & (CZ\,B_1\,B_2) = -1, \\ (CZ\,A_1\,A_2) = -1, & (AX\,C_1\,C_2) = -1, \\ (AX\,B_1\,B_2) = -1, & (BY\,A_1\,A_2) = -1. \end{array}$$

COROLLAIRE.—*Les couples de points* (A, X), (B, Y), (C, Z) *sont les sommets opposés d'un quadrilatère complet.*

3. Sur la conique Σ_c on a [**2**] la projectivité

$$(AX\,B_1\,B_2), \overline{\wedge}\,(BY\,A_1\,A_2),$$

et les trois points

$$(AY, BX) \equiv Z, \qquad (B_1\,A_2, B_2\,A_1) \equiv C_2, \qquad (AA_2, BB_2)$$

sont collinéaires. Les triangles $A_2\,B_2\,C_2$, ABZ sont donc homologiques, et les droites $A_2\,A\alpha_1$, $B_2\,B\beta_1$, $C_2\,Z\gamma_2$ sont concourantes. Par suite,

Si l'on supprime arbitrairement un côté dans chacun des quadrilatères complets

$$A_1\,B_1\,C_1\,A_2\,B_2\,C_2 \qquad ABCXYZ$$

les deux triangles restants sont homologiques.

Cette propriété conduit à ce *premier tableau de seize groupes de trois droites concourantes de la configuration*

I	II
$(A_2 X\alpha_2, B_2 Y\beta_2, C_2 Z\gamma_2)$	$(A_2 A\alpha_1, B_2 B\beta_1, C_2 Z\gamma_2)$
$(A_2 A\alpha_1, B_1 B\beta_2, C_1 Z\gamma_1)$	$(A_2 X\alpha_2, B_1 Y\beta_1, C_1 Z\gamma_1)$
$(A_1 X\alpha_1, B_2 B\beta_1, C_1 C\gamma_2)$	$(A_1 A\alpha_2, B_2 Y\beta_2, C_1 C\gamma_2)$
$(A_1 A\alpha_2, B_1 Y\beta_1, C_2 C\gamma_1)$	$(A_1 X\alpha_1, B_1 B\beta_2, C_2 C\gamma_1)$

III	IV
$(A_2 X\alpha_2, B_2 B\beta_1, C_2 C\gamma_1)$	$(A_2 A\alpha_1, B_2 Y\beta_2, C_2 C\gamma_1)$
$(A_2 A\alpha_1, B_1 Y\beta_1, C_1 C\gamma_2)$	$(A_2 X\alpha_2, B_1 B\beta_2, C_1 C\gamma_2)$
$(A_1 X\alpha_1, B_2 Y\beta_2, C_1 Z\gamma_1)$	$(A_1 A\alpha_2, B_2 B\beta_1, C_1 Z\gamma_1)$
$(A_1 A\alpha_2, B_1 B\beta_2, C_2 Z\gamma_2)$	$(A_1 X\alpha_1, B_1 Y\beta_1, C_2 Z\gamma_2)$

4. *Les couples de points* (α_1, α_2), (β_1, β_2), (γ_1, γ_2) *sont les sommets opposés d'un quadrilatère complet, et les points* $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ *sont collinéaires.*

Pour le démontrer on prend arbitrairement dans le tableau [**3**] trois droites concourantes:

$$A_2 X\alpha_2, \qquad B_2 Y\beta_1, \qquad C_1 Z\gamma_1.$$

On permute circulairement les éléments de chacune des séries [**a**] [**1**] de façon que les droites $A_2 X\alpha_2$, $B_1 Y\beta_1$, $C_1 Z\gamma_1$, soient les premières de leur série; on a

$XA_2\alpha_2$	$A_2 A\alpha_1$	$AA_1\alpha_2$	$A_1 X\alpha_1$
$YB_1\beta_1$	$B_1 B\beta_2$	$BB_2\beta_1$	$B_2 Y\beta_2$
$ZC_1\gamma_1$	$C_1 C\gamma_2$	$CC_2\gamma_1$	$C_2 Z\gamma_2$

Les groupes de droites concourantes du tableau [**3**] montrent que les droites $XA_2\alpha_2$, $YB_1\beta_1$, $ZC_1\gamma_1$ sont respectivement les axes d'homologie des couples de triangles ayant pour cotés

$(B_1 B\beta_2, \quad BB_2\beta_1, \quad B_2 Y\beta_2)$	$(C_1 C\gamma_2, \quad CC_2\gamma_1, \quad C_2 Z\gamma_2)$
$(C_1 C\gamma_2, \quad CC_2\gamma_1, \quad C_2 Z\gamma_2)$	$(A_2 A\alpha_1, \quad AA_1\alpha_2, \quad A_1 X\alpha_1)$
$(A_2 A\alpha_1, \quad AA_1\alpha_2, \quad A_1 X\alpha_1)$	$(B_1 B\beta_2, \quad BB_2\beta_1, \quad B_2 Y\beta_2)$

Ces couples de triangles sont

$(BB_2\beta_2, \quad CC_2\gamma_2)$ $\qquad$ $(CC_2\gamma_2, \quad AA_1\alpha_1)$ $\qquad$ $(AA_1\alpha_1, \quad BB_2\beta_2)$

Le centre commun à ces trois homologies est le point d'intersection des droites ABC, $A_1 B_2 C_2$; par suite, les points α_1, β_2, γ_2 sont collinéaires et les trois droites

$$ABC, \quad A_1 B_2 C_2, \quad \alpha_1 \beta_2 \gamma_2$$

sont concourantes. Ainsi,

Les points de la configuration sont les sommets d'un nouveau groupe de trois quadrilatères complets:

$$A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \quad ABCXYZ, \quad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2,$$

dont les cotés forment seize nouveaux groupes de trois droites concourantes de la configuration.

5. Ces groupes déduits successivement des seize groupes [**3**] sont

I	II
$(A_1 B_1 C_1, \; A B C, \; \alpha_1 \beta_1 \gamma_1)$	$(A_1 B_1 C_1, \; X Y C, \; \alpha_2 \beta_2 \gamma_1)$
$(A_1 B_2 C_2, \; X Y C, \; \alpha_2 \beta_1 \gamma_2)$	$(A_1 B_2 C_2, \; A B C, \; \alpha_1 \beta_2 \gamma_2)$
$(A_2 B_1 C_2, \; A Y Z, \; \alpha_2 \beta_2 \gamma_1)$	$(A_2 B_1 C_2, \; X B Z, \; \alpha_1 \beta_1 \gamma_1)$
$(A_2 B_2 C_1, \; X B Z, \; \alpha_1 \beta_2 \gamma_2)$	$(A_2 B_2 C_1, \; A Y Z, \; \alpha_2 \beta_1 \gamma_2)$

III	IV
$(A_1 B_1 C_1, \; A Y Z, \; \alpha_1 \beta_2 \gamma_2)$	$(A_1 B_1 C_1, \; X B Z, \; \alpha_2 \beta_1 \gamma_2)$
$(A_1 B_2 C_2, \; X B Z, \; \alpha_2 \beta_2 \gamma_1)$	$(A_1 B_2 C_2, \; A Y Z, \; \alpha_1 \beta_1 \gamma_1)$
$(A_2 B_1 C_2, \; A B C, \; \alpha_2 \beta_1 \gamma_2)$	$(A_2 B_1 C_2, \; X Y C, \; \alpha_1 \beta_2 \gamma_2)$
$(A_2 B_2 C_1, \; X Y C, \; \alpha_1 \beta_1 \gamma_1)$	$(A_2 B_2 C_1, \; A B C, \; \alpha_2 \beta_2 \gamma_1)$

6. Du groupe de droites concourantes $(A_2 X \alpha_2, B_1 Y \beta_1, C_1 Z \gamma_1)$ on a déduit [**4**] le groupe analogue $(A B C, A_1 B_2 C_2, \alpha_1 \beta_2 \gamma_2)$.

Réciproquement du groupe $(A B C, A_1 B_2 C_2, \alpha_1 \beta_2 \gamma_2)$ on peut déduire le groupe $(A_2 X \alpha_2, B_1 Y \beta_1, C_1 Z \gamma_1)$ à l'aide du tableau [**5**].

Ces deux groupes renferment les dix huit points de la configuration et sont dits *complémentaires. La configuration contient seize couples de groupes complémentaires. La notation est* $(18_4, 24_3)$.

7. Des développements qui précédent résulte la propriété:

Si l'on supprime dans chacun des trois quadrilatères

$$A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \quad A B C X Y Z, \quad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2,$$

le côté figurant dans un groupe de trois droites concourantes du tableau [**5**], *les triangles restants sont deux à deux homologiques.*

L'axe d'homologie de deux quelconques de ces triangles est le côté supprimé pour obtenir le troisième.

Le centre commun à ces trois homologies est le point d'intersection de trois côtés pris respectivement dans les quadrilatères

$$A A_1 \alpha_2 X A_2 \alpha_1, \quad B B_1 \beta_2 Y B_2 \beta_1, \quad C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1.$$

Ces trois côtés forment le groupe complémentaire du précédent.

On peut intervertir les rôles des deux systèmes de quadrilatères.

8. Les ternes (tableau 5)

$$(A_1 B_1 C_1, \quad A B C, \quad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1), \qquad (A_1 B_1 C_1, \quad X Y C, \quad \alpha_2 \beta_2 \gamma_1),$$
$$(A_1 B_1 C_1, \quad A Y Z, \quad \alpha_1 \beta_2 \gamma_2), \qquad (A_1 B_1 C_1, \quad X B Z, \quad \alpha_2 \beta_1 \gamma_2),$$

montrent que les coniques circonscrites aux quadrangles $A B X Y$, $\alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2$ déterminent sur la droite $A_1 B_1 C_1$ la même involution, mais les six points $A B X Y A_1 B_1$ sont situés sur une conique [**1**]; les six points $\alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 A_1 B_1$ jouissent donc de la même propriété. Ainsi,

Si l'on supprime dans les quadrilatères complets

$$A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \quad A B C X Y Z, \quad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2$$

les sommets de l'un quelconque des quadrilatères

$$A A_1 \alpha_2 X A_2 \alpha_1, \quad B B_1 \beta_2 Y B_2 \beta_1, \quad C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1,$$

les trois quadrangles restants sont deux à deux inscriptibles dans une conique.

On peut intervertir les rôles des deux groupes de quadrilatères.

COROLLAIRE. *Les dix-huit points de la configuration* $(18_4, 24_3)$ *sont répartis par groupe de huit sur les neuf coniques*

$$\left.\begin{array}{lll} (B_1 C_1 B_2 C_2 B C Y Z), & (B C Y Z \beta_1 \gamma_1 \beta_2 \gamma_2), & (\beta_1 \gamma_1 \beta_2 \gamma_2 B_1 C_1 B_2 C_2) \\ (C_1 A_1 C_2 A_2 C A Z X), & (C A Z X \gamma_1 \alpha_1 \gamma_2 \alpha_2), & (\gamma_1 \alpha_1 \gamma_2 \alpha_2 C_1 A_1 C_2 A_2) \\ (A_1 B_1 A_2 B_2 A B X Y), & (A B X Y \alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2), & (\alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 A_1 B_1 A_2 B_2) \end{array}\right\} [\mathbf{a}]$$

Sur l'une quelconque de ces coniques les huit points de la configuration forment deux ponctuelles harmoniques [**1**].

Les quatre droites de la configuration passant par un point quelconque de celle ci forment un faisceau harmonique.

9. On peut considérer le tableau [**a**] [**8**] comme un déterminant à neuf éléments, un terme quelconque de ce déterminant contient les notations de trois coniques de la configuration.

Ces trois coniques ont une corde commune. Les deux points communs aux trois coniques

$$(B_1 C_1 B_2 C_2 B C Y Z), \quad (C A Z X \gamma_1 \alpha_1 \gamma_2 \alpha_2), \quad (\alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 A_1 B_1 A_2 B_2)$$

sont les points doubles des involutions

$$(B Y, \ C_1 C_2), \qquad (A X, \ \gamma_1 \gamma_2), \qquad (\beta_1 \beta_2, \ A_1 A_2).$$

Corollaire. Le tableau des diagonales des deux groupes de quadrilatères:

$$\begin{array}{ccc} A X, & B Y, & C Z, \\ A_1 A_2, & B_1 B_2, & C_1 C_2, \\ \alpha_1 \alpha_2, & \beta_1 \beta_2, & \gamma_1 \gamma_2, \end{array}$$

peut être considéré comme un déterminant à neuf éléments. Un terme quelconque contient les notations de trois diagonales.

Ces trois diagonales sont concourantes.

10. En négligeant les huit points de la configuration situés sur une conique, les dix points restants sont les sommets de deux quadrilatères complets ayant un couple de sommets opposés communs; ces dix points sont donc sur une cubique. Ainsi:

Les dix-huit points de la configuration sont répartis par groupe de dix sur neuf cubiques.

11. Sur les coniques $(C_1 A_1 C_2 A_2 C A Z X)$, $(C A Z X \gamma_1 \gamma_2 \alpha_1 \alpha_2)$, on a

$$C (A X C_1 C_2) = -1, \qquad C (A X \gamma_1 \gamma_2) = -1,$$
$$Z (A X C_1 C_2) = -1, \qquad Z (A X \gamma_1 \gamma_2) = -1.$$

Les points C_1 et C_2, γ_1 et γ_2 sont conjugués à chacun des couples de droites $(C A B, \ C X Y)$, $(Z A Y, \ Z B X)$, et les sommets opposés du quadrilatère $C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1$ sont conjugués au faisceau de coniques $(A B X Y)$. Ainsi

Les sommets opposés d'un quadrilatère quelconque du groupe

$$A A_1 \alpha_2 X A_2 \alpha_1, \qquad B B_1 \beta_2 Y B_2 \beta_1, \qquad C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1$$

sont conjugués aux trois faisceaux de coniques circonscrites respectivement aux quadrangles que l'on obtient en supprimant dans le second groupe de quadrilatères,

$$A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \qquad A B C X Y Z, \qquad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2,$$

les sommets du quadrilatère considéré.

On peut intervertir les rôles des deux groupes de quadrilatères.

12. Les couples de points conjugués aux trois coniques

$$A_1 B_1 A_2 B_2 A B X Y), \quad (A B X Y \alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2), \quad (\alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2 A_1 B_1 A_2 B_2)$$

sont des couples de points correspondants du même genre d'une courbe du troisième ordre circonscrite au quadrilatère complet

$$C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1.$$

Le point d'intersection (A X, B Y) des droites A X, B Y est le pôle de la droite C Z relativement aux deux coniques

$$(A_1 B_1 A_2 B_2 A B X Y), \quad (A B X Y \alpha_1 \beta_1 \alpha_2 \beta_2);$$

il appartient à la cubique et son correspondant du genre mentionné est sur la droite C Z. Par suite le point (A X, B Y) est le tangentiel du couple (C, Z); par analogie les points $(A_1 A_2, B_1 B_2)$, $(\alpha_1 \beta_2, \alpha_1 \beta_2)$ sont les tangentiels des couples (C_1, C_2), (γ_1, γ_2). Il en résulte que les points

$$(A X, B Y), \qquad (A_1 A_2, B_1 B_2), \qquad (\alpha_1 \alpha_2, \beta_1 \beta_2)$$

sont collinéaires. Ainsi,

Si dans chacun des quadrilatères

$$A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \qquad A B C X Y Z, \qquad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2$$

on néglige la diagonale joignant deux sommets opposés d'un même quadrilatère choisi arbitrairement dans le groupe

$$A A_1 \alpha_2 X A_2 \alpha_1, \qquad B B_1 \beta_2 Y B_2 \beta_1, \qquad C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1,$$

les trois points déterminés par chacun des couples de diagonales restantes sont collinéaires.

On peut intervertir les rôles des deux groupes de quadrilatères.
Tableau des ternes de points collinéaires ainsi obtenus:

$(A X, B Y)$	$(A_2 A_2, B_1 B_2)$	$(\alpha_1 \alpha_2, \beta_1 \beta_2)$
$(B Y, C Z)$	$(B_1 B_2, C_1 C_2)$	$(\beta_1 \beta_2, \gamma_1 \gamma_2)$
$(C Z, A X)$	$(C_1 C_2, A_1 A_2)$	$(\gamma_1 \gamma_2, \alpha_1 \alpha_2)$
$(A X, \alpha_1 \alpha_2)$	$(B Y, \beta_1 \beta_2)$	$(C Z, \gamma_1 \gamma_2)$
$(\alpha_1 \alpha_2, A_1 A_2)$	$(\beta_1 \beta_2, B_1 B_2)$	$(\gamma_1 \gamma_2, C_1 C_2)$
$(A_1 A_2, A X)$	$(B_1 B_2, B Y)$	$(C_1 C_2, C Z)$

13. Les trilatères

$$(A X, B Y, C Z), \qquad (A_1 A_2, B_1 B_2, C_1 C_2), \qquad (\alpha_1 \alpha_2, \beta_1 \beta_2, \gamma_1 \gamma_2)$$

sont deux à deux homologiques; les axes d'homologie sont les trois dernières droites du tableau [**12**]. Il en résulte que les trois premières sont concourantes, et par analogie les trois dernières jouissent de la même propriété. Ainsi,

Les trilatères diagonaux

$$(A X, B Y, C Z), \qquad (A_1 A_2, B_1 B_2, C_1 C_2), \qquad (\alpha_1 \alpha_2, \beta_1 \beta_2, \gamma_1 \gamma_2)$$

des quadrilatères

$$A B C X Y Z, \qquad A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \qquad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2$$

sont deux à deux homologiques. Ils ont un centre d'homologie commun par lequel passant les trois axes d'homologie des trilatères diagonaux

$$(A X, A_1 A_2, \alpha_1 \alpha_2), \qquad (B Y, B_1 B_2, \beta_1 \beta_2), \qquad (C Z, C_1 C_2, \gamma_1 \gamma_2)$$

des quadrilatères

$$A A_1 \alpha_2 X A_2 \alpha_1, \qquad B B_1 \beta_2 Y B_2 \beta_1, \qquad C C_1 \gamma_2 Z C_2 \gamma_1.$$

On peut intervertir les rôles des deux groupes de quadrilatères.

14. On considére la courbe du troisième ordre circonscrite au quadrilatère $ABCXYZ$ et passant par les points collinéaires $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$. La conique $(ABXY\,\alpha_1\,\beta_1)$ [**8**] montre que le point γ_1 est le corésiduel des quatre points A, B, X, Y de la cubique et par suite le tangentiel du couple (C, Z). Ainsi:

Une cubique circonscrite à l'un des quadrilatères

$$A_1 B_1 C_1 A_2 B_2 C_2, \qquad A B C X Y Z, \qquad \alpha_1 \beta_1 \gamma_1 \alpha_2 \beta_2 \gamma_2$$

et passant par trois sommets collinéaires de l'un des deux autres est telle que ces derniers points sont les tangentiels des couples de sommets opposés du quadrilatère inscrit.

L'autre groupe de quadrilatères jouit de la même propriété et par suite

La configuration $(18_4, 24_3)$ *peut être déduite de quarante huit cubiques.*

EL PROBLEMA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LOS TERRENOS VOLCÁNICOS

POR

LUCAS FERNANDEZ NAVARRO

CATEDRÁTICO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE MADRID

(Sesión del 19 de junio de 1925.)

La importancia económica—siempre grande—del agua subterránea, alcanza grado máximo en el caso de los terrenos volcánicos de alguna extensión. La porosidad extraordinaria de esta clase de materiales y la violencia de las pendientes, parecen conjurarse para que las precipitaciones acuosas desaparezcan rápidamente de la superficie del suelo. Raro es encontrar en tales comarcas corrientes exteriores de alguna importancia o depósitos naturales (lagos, lagunas), salvo en el caso poco frecuente en que una corriente lávica considerable cierra como dique un valle preexistente abierto en el sustratum sedimentario.

Pareja de esta importacia es la dificultad que entraña el problema hidroscópico en esta clase de terrenos, cuyo régimen de aguas subterráneas se caracteriza por la irregularidad. Falta en este caso la ordenada superposición de materiales de los terrenos sedimentarios que, cuando las comarcas son bastante conocidas, permiten ir con seguridad a buscar un nivel acuífero bajo un estrato de espesor y naturaleza determinados. Los productos eruptivos, depositados en la superficie por un proceso irregular y discontinuo, se entremezclan confusamente, formando un complejo de lavas de variable naturaleza, tobas, diques, etcétera, cuyas soluciones de continuidad rara vez podrán ser previstas por la observación de la superficie.

Extensa es la literatura referente al régimen, investigación y alumbramiento de aguas subterráneas en general. Pero en todo lo que a este respecto conozco rara vez se hace alusión al caso tan interesante de los terrenos volcánicos, y, por de contado, no sé de ningún trabajo especialmente dedicado a este problema en particular. Habiéndome ocupado de él durante algún tiempo en las islas Canarias, he podido reunir algunas observaciones que acaso no carecen de interés, y que por tal razón juzgo pertinente comunicar a la Sección. En asunto tan interesante y, sobre todo, tan poco estudiado todavía, los más modestos datos tienen su valor positivo.

* * *

El dato meteorológico más importante para el estudio del problema que nos ocupa es, sin duda, el del valor de las precipitaciones atmosféricas (lluvia, nieve), relacionado con el de la evaporación. Independientes ambos fenómenos, sobre todo el primero, de la naturaleza del suelo, claro está que podrán darse a este respecto las más variadas condiciones en las comarcas de naturaleza volcánica. Sin embargo, es un hecho la frecuencia en ellas de climas de carácter estepario y aun desértico, con precipitaciones acuosas escasas, fuerte evaporación y régimen desfavorable de las lluvias.

Hemos admitido en un trabajo anterior, de acuerdo con un hidrólogo español, que de 1.000 partes de lluvia precipitada se evaporan 325 ($^1/_3$), corren al mar por los desagües superficiales 425 ($^5/_{12}$) y penetran en el suelo 250 ($^1/_4$). Esto considerado el fenómeno en general y como término medio; pero en el caso de los terrenos volcánicos la proporción de aguas absorbidas debe ser mucho mayor, a expensas del desagüe superficial. De ahí una primera causa de riqueza relativa de esta clase de territorios en caudal subterráneo.

Este hecho no explica, sin embargo, la abundancia de aguas interiores que en las comarcas volcánicas suele comprobarse. Nosotros hemos estudiado particularmente el caso en el famoso valle de La Orotava, en Tenerife, encontrando que el volumen de aguas subterráneas alumbrado natural y artificialmente es muy superior al que representan las lluvias registradas por los pluviómetros. Y si se tiene en cuenta el caudal subterráneo

que pasará sin duda a niveles inferiores, y el que aflore por debajo del nivel marino en los flancos costeros, esta desproporción entre la escasa cantidad de aguas llovidas y lo copioso de las corrientes subterráneas alcanza términos verdaderamente extraordinarios (1).

* * *

El origen de este exceso de aguas alumbrables, para explicar el cual se han ideado a veces las más descabelladas teorías, radica sencillamente en la condensación directa por el suelo, del vapor acuoso de la atmósfera, sobre todo en el caso de la existencia de nieblas y en las horas de enfriamiento rápido de la superficie por radiación nocturna. La vegetación, multiplicando las superficies de contacto con la atmósfera, multiplica proporcionalmente el poder condensador del suelo.

Ya Vogler había supuesto la importancia de este poder condensador, formulando la idea de que a él se debiera la alimentación (al menos en parte) de las capas acuíferas subterráneas. Pero acaso no se ha pensado en la importancia que adquiere en los terrenos volcánicos, los cuales, en las lavas ásperas y esponjosas, en los lápilis sueltos, en las tobas ígneas y en las masas resquebrajadas por la retracción, reunen las más apropiadas condiciones para absorber las aguas puestas en su contacto, incorporándolas al caudal subterráneo.

El líquido así absorbido, que pasa a las capas inferiores por la acción conjunta de la gravedad y de las fuerzas capilares, queda definitivamente substraído a la atmósfera; el aire contenido en las cavidades de las rocas porosas volcánicas forma una capa aisladora perfecta. Esta propiedad interesante, que la experiencia ha dado a conocer a los labradores canarios, es utilizada por ellos, sobre todo en las islas orientales del Archipiélago, para luchar en sus cultivos contra un clima cálido y seco en extremo. Para ello disponen los terrenos en lo que llaman *gavias;* es decir, levantan caballones de tierra apisonada como de medio metro de altura, con los que vienen a transformar las parcelas en verdaderos estanques, a los que dirigen las aguas de los terrenos circundantes si la topografía lo permite.

(1) Véase mi trabajo *Estudios hidrogeológicos en el valle de La Orotava* (Santa Cruz de Tenerife, 1924), cap. II, págs. 37 y siguientes.

La superficie de la gavia se recubre de lápilis sueltos o de lavas porosas machacadas («jables» o «picones», que llaman en el país), y ya está todo dispuesto. Con una lluvia copiosa que caiga, la cosecha está salvada; los rocíos nocturnos bastarán para sostener durante el proceso de la vegetación la necesaria humedad. Es, después de todo, algo análogo a lo que se hace en el cultivo de los países secos *(Dry farming)*, en que, mediante labores frecuentes y profundas, se mantiene mullida una gruesa capa de terreno para aprovechar los rocíos, serenos y escarchas.

* * *

Pasemos a ocuparnos ahora del problema más concretamente, apuntando lo poco que se sabe acerca del régimen de las aguas subterráneas en los terrenos de origen volcánico. Desde luego, como en todos los casos, la acumulación del agua a ciertos niveles se deberá a la existencia de capas más o menos impermeables, alternantes con otras de gran porosidad. La forma en que el agua se acumule dependerá de la que tenga la superficie separadora de las capas y de las condiciones de la permeable. Y, por último, debemos también advertir que para producirse una acumulación acuosa no es precisa la impermeabilidad absoluta de la capa inferior, sino que basta con que su grado de permeabilidad sea considerablemente menor que el del material superpuesto: el agua en su descenso disminuirá de velocidad al encontrar un estrato menos susceptible de ser por ella atravesado, bastando esto para que haya una acumulación de líquido apoyado en el material menos permeable. Claro que para el mismo aflujo de aguas descendentes, el depósito será tanto mayor cuanto más considerable sea la diferencia de permeabilidades.

En los suelos volcánicos el material impermeable más frecuente está constituído por la superficie superior de mantos lávicos que ha estado largos períodos expuesta a las acciones mecánicas y químicas de los agentes exteriores. El efecto de estos agentes es triturar más o menos la roca y atacar los feldespatos, transformándolos en carbonatos alcalinos, que son llevados por las aguas en disolución, y en silicatos hidratados de alúmina impuros, que constituyen las arcillas. Otros silicatos (peridoto, piroxenos, anfiboles) son atacados más lenta-

mente, pero dando productos análogos, aunque siempre más ferruginosos y calcíferos. Otros, por fin, menos alterables (micas, por ejemplo) son transportados por las corrientes superficiales. Para la producción de estas transformaciones es necesario, como hemos dicho, el transcurso de tiempo suficiente, y así, cuando en un lugar mismo las erupciones se han sucedido a pequeños intervalos, las corrientes se superponen unas a otras, y su superficie de separación, correspondiendo a la parte exterior y más porosa de las lavas, es, por el contrario, una capa de máxima permeabilidad.

Otro material que en estos terrenos puede constituir lechos impermeables son las tobas ígneas, formadas por acumulación de cenizas, lápilis y bloques sueltos, productos de erupciones explosivas, cuando una circulación posterior de aguas fuertemente mineralizadas cementa los elementos integrantes y rellena sus cavidades. La presión de materiales posteriormente depositados (nuevas erupciones) contribuye a aumentar el grado de impermeabilidad de estas tobas, como también el de las capas arcillosas superficiales a que hemos hecho referencia en el párrafo anterior.

Por último, los diques son con frecuencia como paredes impermeables que se intercalan entre la masa de los productos volcánicos más variados, estableciendo soluciones de continuidad que impiden la circulación normal de las aguas subterráneas. Un dique es una grieta del terreno, casi siempre de poca anchura y de gran extensión superficial, rellenada por la inyección de materiales fundidos procedentes de la profundidad. Estos magmas ígneos, que se enfrían entre substancias malas conductoras y, por lo tanto, lentamente, forman rocas muy cristalinas, sin cavidades y marcadamente compactas. Son como una armadura resistente que da solidez al edificio total volcánico, a la vez que lo subdivide en compartimientos más o menos irregulares cuya comunicación dificulta. A veces, sin embargo, un dique agrietado, encajado en el espesor de una masa de roca poco permeable constituye una verdadera canalización para las aguas subterráneas.

En cuanto a las capas de superior permeabilidad, son en primer lugar las corrientes lávicas, frecuentemente agrietadas y siempre muy porosas en su porción vítrea y superficial, rápidamente enfriada por el contacto inmediato con la atmósfera

o con las aguas de mares o lagos. Son también muy permeables las acumulaciones de lavas fragmentarias (tobas, lápilis, cenizas) cuando no han sido cementadas por una circulación interna o por la presión de potentes masas superpuestas. Por último, los diques formados de ciertos materiales (basalto, fonolita, etc.) pueden presentar una tendencia a la fragmentación espontánea, transformándose en fáciles caminos para la circulación del agua interior, como ya hemos indicado.

* * *

Un fenómeno que también debe considerarse es el de la existencia de las que, sin duda con alguna exageración, se han llamado «aguas fósiles», es decir, volúmenes considerables de agua reunidos en un lugar interior de la corteza, donde se han ido acumulando lentamente en el transcurso de siglos y acaso de períodos geológicos enteros. Si a una de estas acumulaciones acuosas se le abre artificialmente un cauce de salida se vaciará rápidamente, dando un caudal casi siempre enorme, pero efímero.

Las aguas fósiles son posibles tanto en los terrenos sedimentarios como en los eruptivos, pero más frecuentes en estos últimos. Además, la manera de hallarse almacenadas en unos y otros es distinta, pues mientras que en los primeros suelen estar impregnando rocas sueltas, como impregna el agua una esponja puesta en su contacto, en los suelos eruptivos casi siempre ocupan grandes cavidades que en esta clase de materiales se producen con frecuencia.

El ejemplo más conocido de aguas fósiles en terrenos sedimentarios es del llamado torrente de Anzin, en la cuenca carbonífera de Valenciennes. Consistía en una capa de arenas de forma oval, de unos ocho kilómetros de eje mayor entre St. Vast y Denain, por unos tres kilómetros de eje menor, y con un espesor medio de unos 10 metros. Estas arenas que, según experiencias, retenían un 40 por 100 de su volumen de agua, estaban rodeadas totalmente de pizarras arcillosas impermeables. Al tocar las galerías de las explotaciones mineras al lentejón de arenas, en seguida se inundaban, imposibilitándose los trabajos. Fué preciso, pues, proceder al agotamiento de este depósito mediante numerosos y grandes pozos de desagüe, por los que se hubieron de extraer muchos millones de metros cúbicos.

No es imposible en terrenos volcánicos el aislamiento de una masa muy permeable en el seno de otra de permeabilidad sensiblemente nula; pero el caso debe ser raro, y desde luego no conozco de él ejemplo alguno. En cambio, son muy frecuentes en estos materiales las grandes soluciones de continuidad: cuevas alargadas a veces como verdaderos túneles, cavidades redondeadas como grandes ampollas otras y redes de gruesas grietas con ensanchamientos locales en ciertos casos. De estas cavernas hay numerosos ejemplos en las islas Canarias, especialmente en Lanzarote y Hierro: histórica cueva de los Verdes en Lanzarote, cueva del Hoyo en el Golfo de Hierro, cueva del Hielo del Teide y tantas otras. Cuando una de estas cavidades no tenga comunicación con el exterior y sus paredes ofrezcan cierta impermeabilidad podrá retener el agua indefinidamente, constituyendo un depósito que solamente la casualidad puede descubrir.

Es sin duda el caso que se ofreció al perforar el túnel de Roque Negro-Catalanes para llevar a Santa Cruz de Tenerife el agua de un pequeño naciente. La perforación debió de alcanzar a alguno de estos depósitos interiores, produciéndose la inundación repentina de la galería, que hubo que desviar, y pereciendo algunos de los obreros. Grandes esperanzas se cifraron en el hermoso caudal que parecía alumbrado; pero bien pronto empezó a disminuir su importancia, que ha quedado reducida finalmente a bien poca cosa.

El relleno de estas cavidades se ha debido de hacer en la mayoría de los casos mediante una filtración lenta a través de las rocas en que están abiertas. No es imposible, sin embargo, sobre todo en el caso de los terrenos volcánicos, el que pueda tratarse de verdaderas aguas de las que los geólogos llaman juveniles, es decir, aguas nuevas que no han existido como tales, sino que se han producido por síntesis, mediante el hidrógeno emanado del núcleo interno terrestre, que o bien reacciona sobre los óxidos de la litosfera o bien se une directamente al oxígeno atmosférico contenido en las grietas de la corteza.

* * *

Un origen de aguas muy importante en los terrenos sedimentarios, el de las llamadas freáticas, carece de valor práctico casi siempre en los suelos de naturaleza volcánica. Para expli-

cárselo basta recordar el origen del agua freática. El proceso de alteración superficial de los sedimentos que los transforma en materiales sueltos y por ello permeables, va disminuyendo a medida que aumenta la profundidad. Por esta razón, las aguas descendentes no tardan en tropezar con una capa de permeabilidad menor y se acumulan cerca de la superficie, constituyendo la zona freática, de mayor impregnación, donde van a buscarlas los pozos ordinarios. El límite superior de la capa freática o superficie piezométrica sigue, atenuándolas, las desigualdades del terreno cuando éste es homogéneo; de modo que los pozos alcanzan todos el agua a profundidades análogas, que generalmente no pasan de algunos metros.

En los terrenos volcánicos hay dos causas que se oponen a la existencia de este nivel acuoso uniforme, próximo a la superficie. En primer lugar, la capa exterior arcillificada suele ser menos permeable que las inferiores inmediatas, las cuales conservan la estructura esponjosa tan frecuente en los materiales eruptivos, y así el agua, alcanzando mayor permeabilidad a medida que profundiza, aumentará la velocidad de su marcha, al menos hasta el encuentro de capas profundas de antiguo depósito y fuertemente comprimidas.

Por otra parte, lo fragmentado del suelo, la heterogeneidad de los materiales y la irregularidad de su distribución tanto en el plano como en la sección vertical, hacen imposible la existencia de un extenso nivel piezométrico paralelo a las desigualdades exteriores. Los pozos pueden ser, en lugar de cavidades en que se acumulen las aguas, caminos que faciliten su paso a niveles inferiores: pozos muy próximos presentarán condiciones completamente distintas. La apertura de un pozo ordinario, en fin, en estos terrenos, será siempre una aventura, llamada al fracaso la mayor parte de las veces.

Algo análogo a lo que decimos de las aguas freáticas puede repetirse con respecto a las subálveas. Las corrientes superficiales, siempre escasas y de régimen irregular en estos terrenos, no dejan en su trayecto espesor de sedimentos bajo los cuales pueda ocultarse la corriente subálvea que casi siempre existe por debajo de los ríos y arroyos que abren su cauce en materiales sedimentarios. Las aguas corrientes de los países volcánicos tienen constantemente un carácter francamente torrencial, y su efecto es más bien destructivo que constructivo; denudan

los cauces y arrastran los materiales sueltos, contribuyendo a acentuar la desnudez y desigualdad del suelo.

* * *

Las condiciones constitucionales de los suelos volcánicos a que repetidamente nos hemos referido—heterogeneidad, irregularidad, división en compartimientos—es causa también de una especial manera de distribuirse en general las aguas, distinta de la propia de las capas sedimentarias. En éstas lo frecuente son los mantos de gran desarrollo superficial, una red poliédrica de grietas en que el líquido circula o, en fin, una impregnación uniforme de rocas incoherentes, siempre dispuestas en forma de capas extensas. Las perforaciones normales a los estratos encuentran fácilmente estos niveles acuíferos, que resultan así cómodos de explorar.

No es así en el caso que nosotros estudiamos. Los mantos extensos son improbables, y las aguas u ocupan cavidades siempre limitadas o forman corrientes subterráneas contenidas en límites relativamente estrechos, difíciles de sospechar y difíciles de buscar. Una perforación podrá pasar a pocos decímetros de la corriente sin que nada deje acusar la presencia de la misma. Como las capas de materiales volcánicos son siempre más o menos paralelas a la superficie del suelo sobre que se deslizaron, las corrientes entre ellas alojadas no aflorarán, en cuanto sean algo profundas, sino a niveles muy inferiores, casi siempre por debajo del nivel marino cuando se trate de islas o de regiones continentales costeras. Una sección del terreno, o simplemente la superficie del mismo, corta en materiales sedimentarios numerosos estratos, mientras que un monte lávico, una capa de productos explosivos de escaso espesor se extiende paralela a la superficie del suelo sobre que se depositó.

La corriente lávica salida de un volcán, en el caso sobre todo de comarcas eruptivas continentales, puede ser el vaso por donde discurra una corriente acuosa. Son, en efecto, un material más o menos esponjoso, y por lo tanto de gran permeabilidad, que ha seguido las pendientes naturales del terreno y que constituye, en consecuencia, un excelente camino para las aguas subterráneas; si el suelo en que se apoya la corriente lávica es poco permeable, su borde estará jalonado por fuentes

tanto más copiosas cuanto mayor sea la importancia de la masa de lavas y cuanto más favorables las condiciones meteorológicas. Ejemplo clásico de esto es la corriente de lava que saliendo de los conos del Puy de Dôme, en Auvernia (Francia), viene a terminar entre Clermont-Ferrand y Charade; su borde está sembrado de manantiales, algunos bastante considerables (fig. 1). También son conocidas fuentes de este origen en la meseta romana. En ciertas islas volcánicas (Isquia, San Pablo) cuya porción emergida es el cono de lavas y materiales sueltos vomitados por

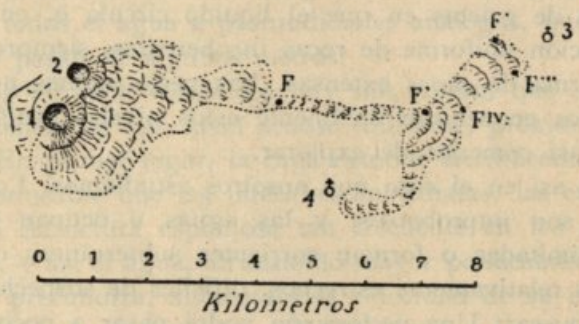

FIG. 1.—Plano de la corriente lávica del Puy de Dôme.
1, Grand Puy de Dôme (1.483 m. s. m.); 2, Petit Puy de Dôme; 3, Clermont-Ferrand; 4, Charade; F, fuente de Fontanat; F', ídem de Royat; F'', ídem de Mont-Joly; F''', ídem de Les Roches Gaulois; FIV, ídem de Bellevue.

un volcán, los bordes de esta masa porosa están señalados por un cinturón de fuentes cuya constancia y caudal dependen del volumen de la isla y de las condiciones climatológicas (fig. 2).

* * *

Mucha importancia tienen también para el régimen hidrológico de estos terrenos los diques que, como ya hemos dicho, los atraviesan frecuentemente. Constituyen estos diques soluciones de continuidad en la masa general del terreno, al que dividen en compartimientos de dimensiones proporcionalmente pequeñas, aislados por paredes casi siempre próximas a la vertical. Desde el punto de vista hidrológico pueden ser de dos clases, como ya hemos apuntado: o de masa unida y completamente impermeable por lo tanto, o agrietados por retracción en una red poliédrica de fracturas que proporcionan a las

aguas un fácil camino. En cuanto a su distribución, rara vez es completamente irregular; suele observarse en ellos un marcado paralelismo, y constituyen casi siempre series distintas, paralelos entre sí los de cada serie, que se cruzan bajo ángulos constantes. Como nunca serán exactamente verticales, cabe distinguir en ellos, a la manera que en los filones metalíferos,

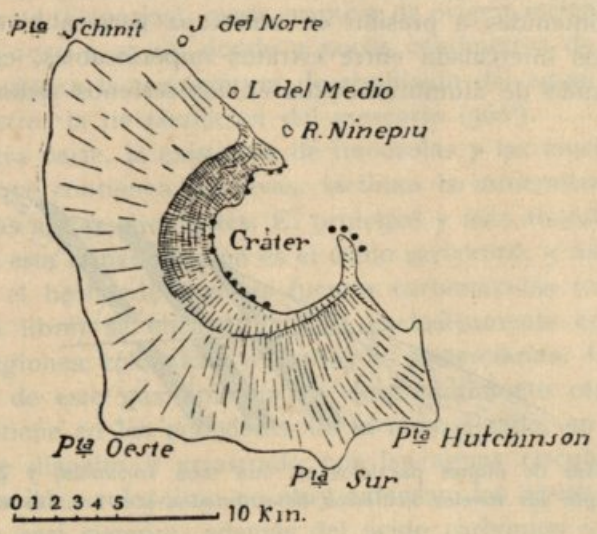

FIG. 2.—Isla volcánica de San Pablo (Océano Indico). Los puntos negros representan los manantiales (termales) localizados en el interior del cráter y al nivel del mar.

una superficie superior o *techo* y otra inferior o *muro*, que los separan de las rocas encajantes.

Si el dique es compacto su papel es aislador, y las aguas se acumularán sobre el techo, formando una cortina líquida que desciende a lo largo del mismo. Una perforación (galería) que corte una serie paralela de diques de esta naturaleza irá encontrando sucesivamente las cortinas de agua descendentes (fig. 3). Cuando se trate de diques agrietados, su función será drenar las aguas del macizo atravesado, que encuentran en ellos el más fácil camino para su descenso en la vertical. En todos los casos, como se deduce de lo que llevamos dicho, el afloramiento de un dique o una serie de diques en un macizo volcánico es

un indicio de gran valor para la investigación de aguas subterráneas.

* * *

No debemos concluir lo referente al régimen hidrológico de los terrenos eruptivos sin hacer alguna indicación acerca del artesianismo. La existencia de niveles artesianos, es decir, de aguas contenidas a presión en una capa permeable de bordes levantados intercalada entre estratos impermeables, es un origen fecundo de alumbramientos en los terrenos sedimentarios.

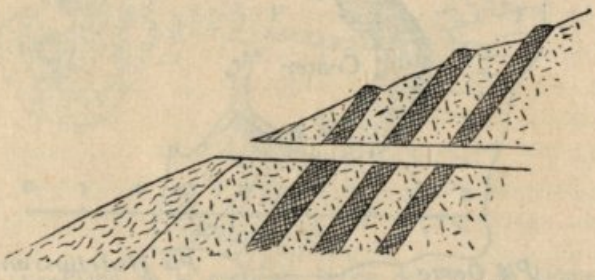

FIG. 3.—Haz de diques paralelos en una toba volcánica, y galería que capta los niveles acuíferos determinados por los mismos.

En los eruptivos, por causa de su modo de formación, se comprende que no es natural hallar las convenientes condiciones estructurales que exige la formación de una cuenca artesiana propiamente dicha. Sin negar la posible existencia de algún raro nivel de aguas capaces de surgir por sí mismas sobre el suelo mediante una perforación artificial, puede asegurarse que el artesianismo como medio de obtención de aguas no tiene aplicación en las comarcas exclusivamente volcánicas (1).

* * *

Apuntemos, por último, en cambio, la frecuente existencia en estos terrenos de aguas minerotermales de aplicación tera-

(1) El profesor Fleury nos ha señalado la existencia de un nivel artesiano en las cercanías de Lisboa, que puede brotar a través de una capa basáltica. Es un caso particular en que el manto de lava se interpone, como un estrato más, entre los materiales sedimentarios.

péutica. El hecho es muy natural. El grado geotérmico es en los suelos volcánicos muy pequeño, bastando, por lo tanto, un corto circuito subterráneo de las aguas para que adquieran éstas una elevada temperatura. Siendo el grado geotérmico normal de unos 33 metros, en Riom (Auvernia), por ejemplo, para un suelo de volcanes apagados de muy antiguo, desciende a 14 metros. Bien conocido es el caso de las Montañas del Fuego, en Lanzarote (Canarias), masa eruptiva de origen reciente (erupciones de 1730 a 1736), donde a pocos centímetros de profundidad se supera la temperatura de ebullición del agua, y antes de un metro, la de ebullición del mercurio (360°).

Por otra parte, la existencia de fumarolas y las muchas sales solubles que contienen las lavas, facilitan la mineralización rápida de las aguas circulantes. El principal y más abundante elemento de esta mineralización es el ácido carbónico, y así es bien conocido el hecho de que las fuentes carbonatadas (con ácido carbónico libre) se encuentren casi exclusivamente confinadas en las regiones volcánicas terciarias y posterciarias. La fuerte densidad de este gas dificulta su desprendimiento espontáneo y le mantiene en las oquedades de la roca, siendo, en cambio, fácilmente disuelto y arrastrado por las aguas circulantes.

En las islas volcánicas no muy extensas, las aguas termales contienen casi siempre, además del ácido carbónico y los carbonatos alcalinos, cloruros, sobre todo el de sodio, que debe atribuirse a las filtraciones marinas evaporadas al llegar a los puntos interiores de elevada temperatura. Un ejemplo clásico de esto son las fuentes de la isla de San Pablo, a que anteriormente hicimos referencia.

* * *

A pocas consecuencias de orden práctico se presta nuestro conocimiento, tan precario, del régimen de las aguas subterráneas en el interior de los suelos volcánicos. La hidroscopia es, por consecuencia, en estos terrenos un problema de la mayor dificultad. Asombra ver cómo se lanzan a la resolución de un problema geológico de tan compleja categoría personas sin preparación científica alguna, influídas casi siempre por los más injustificados prejuicios. Rara vez en la busca de aguas subterráneas podrán darse normas absolutas, cuando no se trate de

espacios muy limitados y en comarcas perfectamente conocidas. De todos modos, el informe técnico es necesario en cada caso, antes de emprender toda labor de exploración o captación de los caudales acuosos contenidos en el suelo.

En términos generales, todo lo que facilite la condensación de los vapores atmosféricos, origen principal, como hemos dicho, para las aguas subterráneas de los suelos volcánicos, contribuirá al acrecentamiento de su caudal. En este sentido, nunca será bastante ponderada la importancia del fomento de la vegetación, muy particularmente de la forestal. Sobre este punto es tanto lo que se ha escrito y aconsejado, que bastará remitirnos a las publicaciones todas de Hidrogeología y Meteorología (1). Igual efecto producen las labores profundas y toda remoción del terreno que tienda a mantener suelta la capa superior de éste y a aumentar las superficies de condensación, facilitando el acceso del aire.

En cuanto a medios de captación, el más frecuente y apropiado son las galerías ligeramente ascendentes que vayan a buscar los cursos subterráneos de agua conocidos o sospechados.

En el caso del dique único, si éste es permeable, la galería no debe salir del espesor de la pared pétrea que le constituye; su prolongación más allá de la misma puede facilitar la huída de las aguas, si los materiales encajantes son de gran permeabilidad y la galería no está perfectamente impermeabilizada. Cuando el dique único es impermeable, la galería irá a encontrar el techo del mismo, que es por donde fluye el manto líquido.

Los pozos ordinarios no son medio de captar esta clase de aguas mas que en casos particulares. Pueden, en cambio, ser muy útiles para servir de puntos de partida de galerías exploradoras. Las perforaciones mecánicas de pequeño diámetro son recomendables como medio de estudio de un terreno o para ir a comprobar la existencia de una corriente sospechada. Nada hemos de añadir a lo ya dicho con respecto a la inutilidad, en la mayoría de los casos, de intentar los pozos artesianos.

Lo que sí debe aconsejarse para todos los casos es que los trabajos no se limiten al encuentro, por la galería o el pozo,

(1) Véase el capítulo VI («La influencia de los bosques») de nuestro trabajo *Aguas subterráneas. Régimen, investigación y aprovechamiento.* Madrid. Calpe, 1922.

del nivel acuífero buscado. Una vez encontrado, éste debe *explorarse,* es decir,seguir en sus ondulaciones la zona de contacto entre la capa impermeable y la permeable, buscando la parte más baja de los pliegues, que es donde seguramente se acumula el mayor caudal acuífero.

En el caso de los diques porosos, la galería que alcanza a éstos en dirección perpendicular debe prolongarse luego a uno y otro lado contenida en el espesor del dique. Si éste es impermeable, la prolongación transversal se hará apoyando las ramas de la galería en el techo del dique, el cual formará siempre una de sus paredes. Es, en fin, imposible prever todos los casos, y sólo una atenta observación de los trabajos y del modo de fluir las aguas puede dar las indicaciones de cada momento al director de un trabajo de esta clase.

* * *

Encarezcamos, para concluir, la conveniencia de que una vez captados los caudales acuosos su conducción se haga por cauces perfectamente impermeabilizados—a ser posible, por tuberías—, y su almacenamiento en depósitos dispuestos de modo que en ellos se eviten en lo posible las pérdidas, tanto por filtración como por evaporación. Condiciones son éstas a que debe atenderse siempre al aprovechar todos los afloramientos acuosos naturales y artificiales, pero de mayor interés en los terrenos volcánicos, tanto por la natural permeabilidad de sus materiales como por la heterogeneidad y fragmentación de los mismos. Conducir las aguas por regueras abiertas en materiales volcánicos o depositarlas en cavidades de los mismos sin una previa impermeabilización, lo más perfecta posible, es resignarse desde luego a la pérdida de una buena parte del caudal disponible.

LA ENSEÑANZA SECUNDARIA EN PORTUGAL[1]

POR

RUBÉN LANDA

CATEDRÁTICO DEL INSTITUTO DE SALAMANCA

(Sesión del 1º de junio de 1925.)

Las noticias que tenía de los liceos portugueses, y, sobre todo, la lectura del libro de doña Alicia Pestana *La educación en Portugal,* despertaron en mí el deseo de conocer con algún detalle vuestra enseñanza secundaria. En Portugal pasé con este objeto una larga temporada hace algunos años visitando los liceos , como resultado de mi trabajo, escribí un informe del que sólo un fragmento ha sido publicado. Si os hablo ahora de lo que vi entonces no es porque pretenda decir nada nuevo para los portugueses acerca de sus liceos, sino únicamente expresar mi admiración por la obra, en muchos aspectos excelente, que Portugal ha realizado en educación secundaria. Creo, no obstante, que los datos que he recogido podrían servir de enseñanza para alguien. Y es que este Congreso es también español y esta conferencia ha de publicarse en castellano. El conocimiento de la educación portuguesa puede ser, en efecto, de gran utilidad para un español. Aparte el deber que tenemos de estar enterados de cómo es la educación en un pueblo tan cercano a España por su geografía y por su historia, la enseñanza portuguesa ofrece para nosotros un interés especial por dos razones: de un lado, porque siendo su situación muy análoga

---

(1) Esta conferencia no aparece aquí como fué pronunciada, no sólo por razones de espacio, sino también porque, dada en portugués y para un público formado en su casi totalidad por portugueses, me era entonces más doloroso hacer ver que nuestra segunda enseñanza es inferior a la portuguesa y hasta qué punto lo es.

a la nuestra, pues el problema fundamental de Portugal, como el de España, es el de su incorporación a la corriente de la cultura europea, el conocimiento de la vida portuguesa nos hará ver con más exactitud la nuestra; de otro, porque en la labor que Portugal ha hecho para ponerse al nivel de Europa ha llegado en algunos órdenes, la segunda enseñanza uno de ellos, a resultados que sobrepasan lo conseguido en España. Compárense, por ejemplo, nuestros Institutos con los liceos de Lisboa; nuestra legislación de enseñanza secundaria, al menos la anterior al Real decreto creando el Instituto-Escuela de Madrid, con la portuguesa, y especialmente lo que se refiere a planes de estudios y métodos y a la formación de personal. Compárese, en fin, cómo escribe su lengua un bachiller portugués y cómo escribe el castellano uno español, las obras que uno y otro han leído de sus respectivas literaturas nacionales, lo que saben de francés y de inglés y las prácticas que los dos han hecho de Física, de Química, de Geografía y de Ciencias Naturales.

Los hechos nos prueban ya la utilidad que para nosotros tiene el conocimiento de la educación portuguesa. Una de las instituciones modernas de educación más valiosas de España, el Protectorado del Niño delincuente, es principalmente de inspiración portuguesa. Fué estudiando establecimientos análogos de Portugal como su secretaria, doña Alicia Pestana, concibió la idea de fundarlo, habiendo quizá superado a sus modelos, aunque no, ciertamente, en la ayuda que recibe de las esferas oficiales.

En la primera parte de mi informe resumí las noticias que hallé acerca de la historia de la segunda enseñanza portuguesa. Ahora me falta tiempo para hablar de esto, pero creo que al menos debo recordar un nombre glorioso de la cultura portuguesa antigua, porque es el de un hombre que, aunque poco tiempo, vivió y trabajó aquí en Coimbra; que aquí fué el primer director del primer establecimiento de segunda enseñanza que ha existido en Portugal y que aquí murió (en este mes hace años) en 1548: me refiero a Andrés de Gouveia. Como homenaje a su memoria, quiero recordar algo de lo que de él se ha dicho. Montaigne ha inmortalizado su nombre con unas frases que son, en su brevedad, la mejor estatua que cabía dedicarle. Alumno del Colegio de Guyenne, del cual fué director

Andrés de Gouveia antes de venir a Coimbra, dice en el libro I, capítulo XXV de los *Ensayos*, hablando de su padre: «... et m'envoya environ mes six ans au collège de Guienne, très florissant pour lors, et le meilleur de France...» «... i'ay soutenu les premiers personnages ez tragédies latines de Buchanan, de Guerente et de Muret, qui se représenterent en nostre collège de Guienne avecques dignité : en cela, Andrea Goveanus, nostre principal, comme en toutes aultres parties de sa charge, feut sans comparaison le plus grand principal de France.» J. Quicherat dice de él en su *Histoire de Sainte Barbe* (t. I, pág. 130): «Après Martial venait André, excellent orateur... et de ceux qui ont écrit dans les siècles modernes comme on écrivait aux-siècles d'Auguste.» Y, por último, el Dr. Jaime Moniz, en su libro *Estudos de ensino secundario* (págs. 9 y 10), escribe lo siguiente acerca del Colegio Real, del Colegio que Andrés de Gouveia dirigió en Coimbra: «Se á construção de estudos começada em Coimbra nos últimos tempos da primeira metade do seculo XVI houvera subsistido, as condições da sua contextura e o desenvolvimento lógico de todas as suas relações, haveriam produzido resultados nada parecidos... Considerados os valiosos elementos que de principio já engrandeciam a prometedora obra de André de Gouveia, pode admitir-se, fora de risco de exagero, que Portugal, se ela persistisse, haveria adquirido sem favor a prerogativa de modêlo na estructura do ensino secundario... Infelizmente, uma corporação de indole religiosa, autorizada e auxiliada com eficácia pela acção da Coroa, embargou os passos aquela obra.»

Pero mi propósito es hablar del presente, de la legislación moderna y de lo que yo mismo he visto en los liceos. Tengo que referirme, en primer lugar, a la reforma de 1894-95, pues con ella comienza la segunda enseñanza actual, un nuevo período de la segunda enseñanza portuguesa. En gran parte aún está en vigor, y a partir de ella es cuando se inicia el progreso considerable realizado por los liceos. No he de exponer ahora con detalle sus disposiciones; mas para dar idea de su valor en comparación con lo nuestro, baste decir que introdujo hace treinta años mejoras que todavía no han llegado a nuestros institutos (excepto al Instituto-Escuela de Madrid) y que son consideradas por los competentes como exigencias elementales, indispensables, para una enseñanza secundaria no ya buena, sino

regular. Tales son, por ejemplo, un mínimo de siete años en la duración del bachillerato—que en realidad equivale a ocho cursos de los nuestros, si se tiene en cuenta que las clases terminan el 30 de junio y no el 20 de mayo— ; limitación del número de alumnos en las clases ; plan cíclico ; corrección de costumbres que aun existen entre nosotros respecto a los libros de texto ; preocupación por los métodos de enseñanza, etc. En resumen : la reforma del 94 trata de orientar la segunda enseñanza, y en parte lo consigue, de acuerdo con la Pedagogía contemporánea, cosa que, excepto los Reales decretos citados, no hemos logrado nosotros. Así es que Portugal, en este respecto, nos lleva hasta ahora más de un cuarto de siglo de adelanto por lo que hace a la enseñanza oficial, pues fuera de ella hemos tenido en España la labor llevada a cabo, principalmente por D. Francisco Giner, en la Institución Libre de Enseñanza e iniciada hace medio siglo.

Los decretos de 1894-95 sobre segunda enseñanza, suscritos por el ministro Dr. João Franco, fueron obra, sobre todo, del Dr. Jaime Moniz, entonces director general de Instrucción pública. El Dr. Jaime Moniz era un profesor y político que se había interesado siempre por los problemas de la enseñanza. Fué catedrático y director del Curso Superior de Letras e intervino durante muchos años en la política activa, habiendo desempeñado altos cargos, entre otros, ya antes de 1894, el de ministro. En el decreto general de la reforma y en su preámbulo, en el reglamento y en las observaciones a los programas, redactadas por él en su mayor parte, hay muestras frecuentes de una buena orientación. Se advierte, hasta en detalles materiales, que tuvo en cuenta especialmente el ejemplo de los pueblos germánicos, como él mismo reconoce en su obra póstuma *Estudos de ensino secundario*. También se nota que era una persona alejada de la práctica de la segunda enseñanza, lo cual contribuyó a muchas de las deficiencias de la reforma. El libro citado (1) revela un conocimiento muy completo de la literatura pe-

(1) Este libro se puso a la venta recientemente, pero el ejemplar que conozco, impreso en galeradas, tiene fecha de 1912. Pude leerlo seis años antes de que se publicase, gracias a la bondad del distinguido escritor Dr. Fidelino de Figueiredo, director de la Biblioteca Nacional de Lisboa durante mi estancia en Portugal, a quien debo también otros muchos auxilios en mi trabajo.

dagógica, principalmente de la de Alemania—en donde el autor estuvo tres veces—, y de la organización de la segunda enseñanza en todo el mundo; revela la sólida preparación con que se llevó a cabo la reforma, pero una preparación que consistió en la lectura de libros y que se refería sobre todo al plan de estudios, cuestión a la cual está casi exclusivamente dedicada esta obra (1).

Algunos de los programas fueron redactados por especialistas. Entre estos colaboradores del Dr. Moniz se destaca el doctor Francisco Adolfo Coelho. Era uno de los hombres de ciencia más eminentes de Portugal. Se dedicó a estudios de Filología y de Pedagogía. Estaba al tanto del movimiento científico europeo, y en su país era la persona más competente en cuestiones de educación. Es autor de tres excelentes programas de la reforma de 1894, los mejores de ella: el de Francés, el de Portugués y el de Geografía, con sus observaciones respectivas, los cuales pueden colocarse sin desventaja, sobre todo los dos últimos, al lado de los má perfectos del extranjero (2). El doctor Francisco A. Coelho es autor también de la parte pedagógica del informe sobre reforma de la enseñanza secundaria publicado en el *Diario do Governo* de 2 de junio de 1913.

---

(1) Refiriéndose a la reforma del Dr. Jaime Moniz, dice el doctor Schiller, profesor de la Universidad de Giessem, en un artículo titulado «Die Reform des höherem (Sekundar-) Unterrichts im Königreich Portugal vom 22 Dezember 1894» y publicado en la *Deutschen Zeitschrift für Ausländisches Unterrichtswesen,* Jahrgang I, Heft. 3: «La reforma de 1894 se diferencia de todas las anteriores por la elevada concepción a que responde y por el espíritu verdaderamente pedagógico que la anima» (pág. 169). «Hasta ahora la segunda enseñanza portuguesa estaba constituída por disciplinas aisladas, y en adelante deberá tener un carácter formativo, educativo. Sólo quien comprenda la trascendencia de estas pocas palabras podrá estimar la magnitud de la obra» (página 169). Acerca del primer decreto dice «que está enteramente a la altura de la ciencia pedagógica» (pág. 167), y acerca del capítulo III del reglamento, el que trata de «la enseñanza»: «Todas estas disposiciones muestran que su autor, el Sr. De Freitas. Moniz, está por completo familiarizado con las exigencias pedagógicas y especialmente didácticas de nuestro tiempo» (pág. 259). Sobre los programas: «En parte pueden realmente servir de modelo» (pág. 260).

(2) El Dr. Schiller, en la página 260 de la locución citada, dice del Dr. F. Coelho: «Es uno de los pocos portugueses que conocen bien la pedagogía alemana.» Y refiriéndose a su programa de Portugués: «Todo el programa está enteramente a la altura de la metodología moderna.»

Y seguramente os interesará saber que dejó inédito un trabajo acerca de la historia de los planes de estudios secundarios en Portugal análogo al publicado por Gréard respecto a Francia en su obra *Éducation et instruction*. Tuvo la bondad de mostrármelo pocos meses antes de morir.

En varios libros y numerosos artículos se hizo una crítica minuciosa de la reforma del 94. No se señaló, sin embargo, lo que constituye su defecto capital: la confianza en la eficacia de la ley y el olvido de las cuestiones referentes a la formación del personal, si bien es preciso reconocer que desde entonces empezaron los Gobiernos a enviar al extranjero algunos profesores de liceo. ¿Cómo habría de llegar a realizarse la reforma sin un personal capacitado para ello? ¿Qué consecuencias prácticas podrían tener, por ejemplo, las disposiciones sobre metodología, si no se proporcionaba al profesorado la preparación técnica que exige su cumplimiento? Y no es que el legislador lo considere innecesario porque tenga un buen concepto del catedrático; por el contrario, una de las características de la reforma es la falta de confianza en el profesorado. No le deja iniciativa alguna. Reduce su función al cumplimiento de los minuciosos preceptos legales, y para asegurarlo, además de imponer penas a los infractores, dispone que haya en cada liceo un rector extraño al Cuerpo docente del mismo (art. 128, párrafo 1.°, del reglamento), condición que parece revelar el propósito de hacer de él un fiscal más que un colaborador. No es ésta la única deficiencia importante de la reforma. Revela una concepción muy pobre de lo que debe ser la educación moral en el liceo. De gimnasia u otros ejercicios físicos no dice nada. En los programas, redactados separadamente por varios especialistas, falta unidad, y algunos de ellos están lejos de ser tan buenos como los de Portugués y Geografía. El de Dibujo peca, de un lado, por defecto, porque se limita al geométrico; de otro, por exceso, porque da a la enseñanza de éste un desarrollo que sólo debe tener en una preparación profesional. El número de exámenes es excesivo, aunque no tanto como todavía lo es en España...

Estos y otros muchos defectos de detalle cabe señalar en la reforma de 1894-95; pero también es verdad que contiene numerosos aciertos. Lo prueba mejor que nada el hecho indudable del progreso realizado desde entonces por los liceos y el haber tenido la virtud de rehabilitar la enseñanza oficial, que tan des-

prestigiada estaba ante la opinión pública. Actualmente las familias la prefieren a la privada, hasta tal punto que ésta casi ha desaparecido en las poblaciones que tienen liceo.

De 1905 es otra reforma que trató de hacer en el régimen vigente desde el 94 algunas modificaciones que aconsejaba la experiencia de diez años; pero en general significa un retroceso en cuanto que no nació, como la de 1894, del propósito de dar una determinada orientación pedagógica a la enseñanza. Por el contrario, su origen ha de buscarse en el movimiento de protesta, ajeno a motivos pedagógicos, que se produjo contra la reforma del 94 entre las personas cuyos intereses hería, entre los profesores, a quienes imponía más trabajo y un régimen para el que no estaban preparados, y entre los alumnos y sus familias al exigir un esfuerzo mayor para la obtención de los títulos secundarios. La reforma de 1905, más que la obra de pedagogos inspirados únicamente en razones técnicas, es una solución *política*, una transacción para aplacar ciertas protestas que nada tenían que ver con los verdaderos intereses de la enseñanza; significa, sobre todo, disminución de trabajo para los profesores y los alumnos. Los programas nuevos mantienen en sus líneas generales los de 1895. Por lo común el reformador se limita a resumirlos y a adaptarlos a la nueva distribución de las disciplinas. Los programas antiguos buenos pierden en la nueva redacción. Se suprimen las «observaciones», que en algunos casos daban una excelente orientación al profesor. No se habla ahora de excursiones y parece darse más importancia que antes al libro de texto. Se exigen algunos, como el de Gramática portuguesa, de que se prescindía en los programas del 95. Falta la recomendación, tan repetida en éstos, de no basar la enseñanza en el aprendizaje de un compendio. En cambio, la enseñanza de las lenguas vivas, que antes partía de la lectura y la traducción, se mejora haciendo que predomine en ella el método directo. Algunas otras disposiciones constituyen también un avance: la introducción de la gimnasia; la supresión del régimen del libro de texto único, que había sido un fracaso; la disminución del número de exámenes; la bifurcación del bachillerato tratando de establecer al lado del antiguo, de tipo clásico, uno de tipo moderno, a lo cual había tenido que renunciar, por dificultades económicas, el reformador de 1894.

Además de la fundación en Lisboa, el año 1906, del liceo

María Pía para señoritas, siguieron a la de 1905 varias reformas de la segunda enseñanza (las de 1917, 1919 y 1921), de las que no voy a hablar por falta de tiempo y porque no alteran lo más esencial del régimen anterior.

Respecto a la legislación, todavía tenemos que señalar un hecho de un valor excepcional, el de más trascendencia después de la reforma del 94: el decreto del Gobierno provisional de la República creando en 1911 Escuelas normales superiores anejas a las facultades de Letras y de Ciencias de las Universidades de Lisboa y Coimbra. Para nosotros, los españoles, tiene interés indicar algunas de las disposiciones de este decreto, pues en España parece que aún no nos hemos dado cuenta ni siquiera de que existe este problema de la formación profesional, pedagógica, del profesorado secundario. Los estudios dentro de las escuelas normales superiores, para entrar en las cuales es preciso ser licenciado, duran dos años. En el primero los alumnos estudian, entre otras disciplinas, Pedagogía, Historia de la Pedagogía, Psicología del niño, Metodología y Organización y Legislación comparadas de la enseñanza secundaria. Además de oír las lecciones magistrales dan ellos mismos conferencias sobre cuestiones de pedagogía, seguidas de discusión; preparan lecciones modelos, que son criticadas por un profesor, y hacen trabajos escritos, ejercicios de pedagogía experimental y de psicología del niño, éstos en los laboratorios de psicología de las facultades de Letras. En el segundo año estudian los métodos de enseñanza de las disciplinas que hayan de profesar y hacen prácticas pedagógicas en un liceo. Estas comprenden dos períodos. Durante el primero (desde el comienzo del curso hasta Navidad) los candidatos asisten a las clases de los liceos, cuyos profesores les dan las nociones necesarias sobre la metodología especial de las respectivas disciplinas. Cada uno de los candidatos debe dar clase por lo menos una vez por semana, preparando las lecciones por escrito, bajo las indicaciones del profesor, que hará también la crítica de ellas. Durante el segundo período, hasta el final del curso, la enseñanza la darán exclusivamente los candidatos bajo la inspección de los profesores. Al terminar el año de prácticas el candidato sufre un examen de Estado con tres pruebas: 1.ª Desarrollo de dos temas, en media hora cada uno, sacados a la suerte en el momento del examen. 2.ª Dar una clase a alumnos de liceo sobre un tema

sacado a la suerte con veinticuatro horas de anticipación. 3.ª Presentar una disertación sobre un punto de didáctica de la enseñanza secundaria.

Con esto termino lo referente a la legislación, para hablaros de lo que he visto en mis visitas a los liceos y otros establecimientos de enseñanza. Los de Lisboa procuré estudiarlos con algún detenimiento; pero fuera de la capital sólo hice visitas muy rápidas a los liceos de Coimbra, Evora, Santarem y Leiria. No puedo, por consiguiente, juzgar acerca de toda la segunda enseñanza portuguesa. Además deseo hacer sólo algunas indicaciones referentes a lo que considero de más valor e interés.

Si visitáis los liceos de Lisboa y los comparáis con los de Madrid, ya en lo más externo aparece su superioridad. En primer lugar, por su número. Lisboa, a pesar de tener menos población, cuenta con cinco liceos y Madrid sólo con tres institutos. Los locales, si se exceptúa el del liceo María Pía, son excelentes, sobre todo los de los liceos Pedro Nunes y Camões. Rodeados de jardines y de grandes espacios abiertos, separados de los hacinamientos de casas, su instalación es realmente modelo por sus condiciones higiénicas y pedagógicas; mejor que la de algunos liceos de París y algunas escuelas secundarias de Londres. Señalaré sólo algún detalle. En los mejores liceos, a las enseñanzas de Física, de Química y de Historia Natural, se destinan, para cada una de ellas, uno o dos laboratorios, un anfiteatro, depósitos de material, despacho del director, salas para conservar las colecciones de aparatos y ejemplares, y aun otras dependencias accesorias. Hay liceos que tienen servicio de duchas, campos de *foot-ball*, de *tennis* y de *croquet*, y para otros deportes, *skating* y tres gimnasios para gimnasia sueca, no con los aparatos para gimnasia atlética, que ya nadie recomienda y que todavía usamos nosotros. Algunos detalles materiales (considerados, por lo demás, indispensables en donde están enterados de estas cosas) revelan ya que la enseñanza se da allí en mejores condiciones y con mejor orientación que entre nosotros: las aulas no contienen más de cuarenta alumnos (en muchas de las nuestras, ¡y en qué bancos!, se sientan centenares de ellos); en todas hay pupitres, y las instalaciones para la enseñanza de ciencias están dispuestas para que trabajen los alumnos; son *laboratorios*, no meras *exposiciones*.

En cuanto a la instrucción (1), diré, para expresar brevemente mis impresiones, que en la enseñanza de la lengua y literatura nacionales, de la Geografía, de la Historia, de las lenguas vivas y de las ciencias físicas y naturales, no sólo se sigue una orientación y unos métodos análogos a los adoptados por pueblos como Francia e Inglaterra (que son los únicos del extranjero con que puedo comparar), sino que se llega a resultados parecidos, con la salvedad de que los liceos franceses no tienen igual en el mundo por lo que hace a la enseñanza de la lengua y la literatura nacionales. De lenguas vivas, sobre todo de francés, creo que se aprende más en los liceos portugueses que en los establecimientos correspondientes de Inglaterra, y eso que en éstos las lenguas vivas ahora se enseñan bien. Acerca de la enseñanza de las Matemáticas no puedo juzgar. En las clases de portugués a que asistí no se utilizaba ningún libro de Gramática ni se aprendía ésta de manera abstracta. Toda la labor se hacía sobre textos e iba dirigida a adquirir el uso correcto de la lengua, principalmente mediante ejercicios de redacción, y a familiarizar al alumno con la literatura portuguesa haciendo que lea, antes de salir del liceo, todas las obras capitales de ella. La enseñanza de las lenguas vivas es también, como he dicho, una de las mejores. Todos los alumnos salen de los liceos en condiciones, por lo menos, de leer libros franceses, muchos de ellos de entender la lengua hablada y algunos, bastantes, de hablarla y escribirla. En inglés y alemán no suele llegarse a tanto: pero, por supuesto, todos los alumnos que han estudiado inglés pueden manejar libros de ciencia en esta lengua. He visto estudiar a alumnos de los últimos cursos en libros franceses y a los universitarios trabajar principalmente con obras francesas y algunas inglesas. Uno de los libros de texto adoptados por el liceo Pedro Nunes estaba escrito en francés. En el de Passos Manoel, en el laboratorio de Química, dos de los alumnos se servían de guías de manipulaciones escritas en alemán y los demás de guías inglesas. En las clases de idiomas a que he asistido se seguía el método directo. La enseñanza de las ciencias en el curso complementario (que comprende los dos últimos

(1) En el artículo «El estado actual de la segunda enseñanza en Portugal» (*Boletín de la Institución libre de Enseñanza*, número de agosto de 1922) he recogido noticias más detalladas sobre este punto.

años del bachillerato) es una de las más perfectas. Además de las clases en que el profesor enseña, como en el curso general (los cinco primeros años), a base de ejemplares o experimentos que muestra a los alumnos, éstos tienen todas las semanas hora y media de trabajos prácticos individuales en cada una de las asignaturas de Física, Química, Historia Natural y Geografía. En el liceo Camões presencié los trabajos prácticos que hacían los alumnos en el laboratorio de Historia Natural: unos clasificaban plantas, otros estudiaban y dibujaban preparaciones histológicas de Zoología y de Botánica y algunos se dedicaban a la disección de animales. También hacen preparaciones de Histología vegetal y preparaciones macroscópicas de Zoología. Las Memorias redactadas por los alumnos acerca de una excursión de Geología contenían numerosos mapas, dibujos y fotografías. Un naturalista español que entonces se hallaba en Portugal y que había estado en relación con los alumnos de esta clase, me decía que éstos sabían más que los alumnos del año preparatorio de nuestras facultades de Ciencias. En los liceos portugueses no se enseña la religión. No es esto consecuencia de la implantación de la República y de la separación de la Iglesia y del Estado. Ya sucedía así en tiempo de la Monarquía. El doctor Jaime Moniz, antiguo ministro del rey, dice en su libro *Estudos de ensino secundario* (página 409, nota), refiriéndose a la reforma del 94: «Na enumeração das disciplinas omitimos a religião. Professamos a doutrina que só permite na escola em matéria de carácter religioso o ensino histórico precisa e propiamente dito.»

La falta de tiempo me impide hablar separadamente de varios liceos que lo merecen; por ejemplo, el de Passos Manoel, por su «Caja escolar», una asociación de alumnos que tiene por fin auxiliar a los estudiantes pobres y organizar excursiones y conferencias; el Colegio militar (que es un establecimiento de instrucción secundaria) por los trabajos manuales, cuya enseñanza introdujo en Portugal y que ahora se da en todos los liceos. Pero quiero hacer una excepción con el liceo Pedro Nunes, por considerar que la obra allí realizada, sobre todo por su antiguo rector, el Sr. Sá Oliveira, es lo más completo que en Portugal se ha hecho en segunda enseñanza (1).

(1) Del liceo Pedro Nunes hablo con más extensión en el artículo antes

La actividad de los demás liceos suele reducirse a la labor de las aulas, a la instrucción. En éste, por el contrario, es característica su preocupación por las cuestiones de educación física y moral, lo cual le ha llevado a establecer un régimen de semiinternado. En esto, en el desarrollo que ha logrado dar a las asociaciones escolares y a los juegos, en sus procedimientos de disciplina, en la ampliación de las materias de estudio y en la poca importancia que da al libro de texto, se ha mostrado por encima, no sólo de otros establecimientos, sino incluso de la legislación vigente. Al estudio de este liceo dediqué gran parte del tiempo que pasé en Portugal. Durante más de un mes lo visité diariamente. Pude observar que no era el aprendizaje del libro de texto lo que constituía la base de la enseñanza, sino la labor hecha en la clase misma, la redacción de resúmenes y composiciones, la resolución de problemas, la preparación de traducciones, la lectura de obras literarias, etc., y que se procuraba abandonar la explicación magistral, que reduce el papel del alumno al de un oyente, y el procedimiento de llamar a uno de ellos para decir la lección mientras los demás permanecen como meros espectadores, tratando, por el contrario, de que toda la clase tomase siempre parte activa en el trabajo. El liceo Pedro Nunes había establecido además de las enseñanzas obligatorias del plan oficial otras voluntarias, cuya introducción significaba un progreso con respecto a éste. Eran, entre otras, canto coral, trabajos manuales, declamación y dibujo artístico, organizadas todas ellas por la asociación escolar de los alumnos. Esta asociación es, sin duda, lo más notable del liceo. Desde luego puede afirmarse que es única en la península y aun fuera de ella no sería fácil encontrar una asociación de estudiantes secundarios que haya logrado el mismo desarrollo. Comprende varias secciones: de deportes, de excursiones, literaria y científica, de arte, caja de ahorros, cooperativa, jardinería y trabajos manuales. Los alumnos que están al frente de ella son elegidos por todos los que pertenecen a la asociación y están encargados, entre otras funciones, de nombrar y despedir a los profesores y empleados de la asociación, de conceder subsidios

---

citado «El estado actual de la segunda enseñanza en Portugal», parte del cual reproduzco aquí.

a los alumnos pobres (pensiones, préstamo de libros y exención del pago de cuotas) y de mantener la disciplina en los locales de la asociación, que comprenden un pabellón independiente para oficinas y biblioteca, los campos de juegos, la cantina y la sala de duchas. En el último año de que tengo datos precisos el balance de la asociación ascendió a unas 7.150 pesetas, el número de socios a 585 y el de excursiones organizadas por ella a 104.

También debo hacer una mención especial de la «casa Pía» de Lisboa (una fundación de beneficencia) porque, aunque no es propiamente un establecimiento de instrucción secundaria, ha ejercido y ejerce un influjo considerable en la enseñanza portuguesa. Sin tenerlo en cuenta no podrían explicarse algunos de los progresos realizados por los liceos. Cuando yo la visité era director de la casa Pía el malogrado ex ministro Dr. Costa Ferreira, médico y pedagogo, gran entusiasta de la educación, a la cual se había dedicado desde muy joven. Era uno de los hombres más despiertos y activos de Portugal, y había viajado mucho por el extranjero, principalmente por Inglaterra. La autonomía de que goza la casa Pía le permite ensayar y adoptar nuevos procedimientos de enseñanza con más facilidad qre otros centros docentes. Ninguno con más derecho que éste a ser considerado como un laboratorio de educación. Ahora que España comienza a ensayar nuevas orientaciones en la segunda enseñanza puede tener interés para nosotros conocer el procedimiento que sigue la casa Pía de Lisboa para reclutar su profesorado. Para resolver este problema luchaba con las mismas dificultades que algunos de nuestros recientes establecimientos docentes. Por una parte estaba obligada, por su carácter oficial, a nombrar profesores que figurasen de un modo permanente en los escalafones del Estado; por otra, necesitaba tener libertad para prescindir de aquellos cuya actuación no respondiese al sentido que se pretendiera dar a la enseñanza. De no ser así carecería de la flexibilidad necesaria para hacer ensayos. La solución que se ha adoptado en la casa Pía consiste en elegir a los profesores mediante concurso entre los que ya enseñan en los establecimientos oficiales. Los nombramientos se hacen con carácter temporal, por dos años, al cabo de los cuales los profesores pasan a otro establecimiento o siguen en sus puestos, si el resultado de su labor ha

sido favorable. Pero aun en este caso el nombramiento se hace también con carácter temporal y es preciso confirmarlo cada dos años. Otra nota interesante: la casa Pía realiza en su esfera un ideal cuyo cumplimiento constituye en la actualidad una de las cuestiones más candentes de la política pedagógica: la igualdad ante la instrucción, ante todos los grados de la instrucción. Procura preparar tanto para las profesiones que tradicionalmente se han considerado más humildes como para las más elevadas. En la elección se atiende únicamente a la aptitud de los muchachos. Unos aprenden las labores del campo u oficios manuales en la granja agrícola o en los talleres de la escuela; otros practican en casas de comercio de Lisboa; algunos siguen los cursos de los liceos y de la Universidad. Así sucede que entre los antiguos alumnos hay obreros, médicos, abogados, altos dignatarios del clero, catedráticos de Universidad, etc., todos ellos nacidos en las clases más modestas. La educación física es uno de los órdenes en que más ha influído la casa Pía. Baste decir que puede considerarse como la introductora de los ejercicios corporales en la escuela portuguesa. Durante una gran parte del siglo XIX ya se cultivaban allí con éxito cuando todavía eran desconocidos en los demás establecimientos oficiales. En esto aún conserva la supremacía, siendo sus alumnos los que obtienen triunfos más frecuentes en los concursos de *foot-ball*, de natación, etc.

Ahora os diré mis impresiones más recientes. Ayer mismo volví a visitar el liceo de Coimbra y la Escuela nacional de Agricultura. En el liceo he encontrado una gran mejora: la instalación de los laboratorios. Los trabajos expuestos en el de Geografía son tan buenos que el defecto que puedo ponerles es el de que acaso sean superiores a lo que corresponde hacer en la segunda enseñanza. Los trabajos manuales aplicados a la enseñanza elemental de las matemáticas son del mismo tipo de algunos que he visto en Inglaterra, pero los de aquí, de ejecución material mucho más acabada. La clase de inglés a que asistí confirmó mi juicio muy favorable de hace años acerca de vuestra enseñanza de las lenguas vivas. En cuanto a la Escuela nacional de Agricultura de Coimbra, pienso que el decreto del Gobierno provisional de la República reorganizándola es uno de los intentos mejor orientados de la educación portuguesa moderna. Yo no puedo apreciar el va-

lor de la enseñanza técnica que se da en esta escuela, aunque, hasta donde puede juzgar un profano, la instalación, por ejemplo, parece muy completa; pero, aparte de esto, creo que la escuela es interesante porque en ella se trata de unir a la profesional una cultura general completa y porque se ha querido seguir un régimen de internado inspirado en parte en las llamadas «escuelas nuevas». Los alumnos pueden ingresar desde los once años. La enseñanza dura siete como mínimum y comprende estudios de cultura general equivalentes a los del bachillerato y los propiamente agrícolas, a los cuales, durante los cuatro primeros años, se dedica poco tiempo. Los alumnos deben salir de la escuela con una cultura general análoga a los que salen de los liceos y capacitados, a la vez, para ponerse al frente de empresas agrícolas. Muchos de ellos son hijos de labradores acaudalados, que se preparan para explotar sus propias tierras. En el internado no hay vigilantes. Se sigue en él un régimen de confianza y responsabilidad. Los muchachos pueden andar libremente por toda la granja y con frecuencia se les permite salir solos. No existe más castigo que la expulsión. Los dormitorios, excepto los de los alumnos más jóvenes, son individuales. Está dispuesto que dos o tres de los profesores convivan con los alumnos. Si acaso no por otra cosa, por la belleza de su situación y de los campos que la rodean (de lo cual suelen cuidar mucho las escuelas nuevas) es superior a su modelo francés, l'École des Roches, y quizá no inferior a sus modelos ingleses, la escuela de Bedales y la de Abbotsholme. Es, que yo sepa, la única escuela secundaria portuguesa con piscina de natación.

En estos días también han vuelto a llamarme la atención las construcciones escolares de Raúl Lino, y las he comparado con otras modernas de España y de Portugal, en las que tanto se echa de menos la tradición del arte nacional, que no tienen carácter y que si nos dicen algo nos hablan en una lengua extraña. En los liceos modernos de Lisboa sucede lo mismo. Nada podemos aprender allí contra este defecto: son únicamente productos de importación alemana. Pero al lado de ellos Raúl Lino nos ofrece un ejemplo perfecto del edificio-escuela de tipo nacional. Este distinguido arquitecto une a su gran dominio de la técnica, adquirido en parte en Alemania, un gusto refinado y mucho entusiasmo por el arte portugués.

Se ha propuesto continuar la tradición de la arquitectura portuguesa (no meramente imitarla) inspirándose en las obras que manifiestan de un modo más espontáneo el espíritu de su pueblo: en las sencillas y modestas construcciones de carácter popular perdidas a veces en un lejano rincón del país, y que pocas personas conocen y estiman como él.

En Lisboa y en todo Portugal eran ya muy numerosas las casas levantadas o restauradas por él con este criterio cuando le encargaron de construir en la capital el «jardín-escuela João de Deus» y el museo anejo dedicado a este poeta pedagogo. Del mismo tipo son la escuela pública de la «tapada d'Ajuda» y los jardines-escuelas de Coimbra, Figueira da Foz y Alcobaça. El local de la Asociación Cristiana de Estudiantes de Coimbra también es obra suya. Todos ellos reunen excelentes condiciones higiénicas y pedagógicas, son sencillos y baratos, y revelan, tanto en el conjunto como en los detalles, libres de imitaciones artificiosas, un sincero y delicado sentimiento del arte portugués.

En este segundo viaje a Coimbra he hallado una novedad, el liceo para señoritas, que parece indicar la posición que el Estado portugués adopta respecto a un problema muy discutido. En los liceos portugueses, como en nuestros institutos, se ha practicado y todavía se practica la coeducación. En el de Évora, por ejemplo, cuando yo lo visité, las alumnas constituían cerca de la tercera parte de la matrícula. No tengo datos suficientes para juzgar acerca del resultado de la coeducación en los distintos liceos; pero del caso que mejor conozco, el liceo Pedro Nunes, tengo una impresión excelente. Varias alumnas seguían allí el curso complementario, y en la sección de letras su número era superior al de alumnos. La convivencia de muchachos y señoritas en las clases, en los recreos, en la administración de la asociación escolar, etc., no sólo no dificultaba la obra educativa del liceo, sino que la favorecía contribuyendo a elevar el tono de su vida. En la sesión que presencié de la Junta que dirige la Asociación escolar del liceo vi que era precisamente una alumna la que desempeñaba uno de los cargos de más responsabilidad y que era uno de los miembros de la Junta que tenía más autoridad entre sus compañeros. Sin embargo, los gobernantes tienden decididamente a establecer la separación. A este criterio responde la funda-

ción del liceo María Pía y la más reciente de otros liceos femeninos en Oporto y Coimbra. Este sistema ¿da mejores resultados? Hasta donde yo puedo juzgar afirmaría desde luego, por lo menos, que el nivel del liceo Pedro Nunes no es inferior al del liceo María Pía. Me fundo para ello en algo que tiene aún más valor que lo observado en mis visitas: en el testimonio de antiguas alumnas de ambos liceos, del de María Pía durante el curso general y del de Pedro Nunes durante el complementario.

Y termino con dos observaciones que no se refieren sólo a la segunda enseñanza y que también están en relación con problemas españoles. Los mejores momentos de la cultura portuguesa parecen coincidir con una comunicación más intensa con el extranjero. Así sucede en la Edad Media, en el Renacimiento y en la época del marqués de Pombal. Son los obispos y monjes franceses y los reyes educados por ellos los que abren las primeras escuelas del Reino independiente de Portugal; a los profesores formados en Francia debe el Colegio de Santa Cruz de Coimbra el lugar preeminente que ocupó durante siglos entre los establecimientos de enseñanza del país; de los centros del humanismo (París, Lovaina, etc.) vienen los hombres que levantan la cultura de Portugal en el siglo XVI; la obra del marqués de Pombal, que determina un renacimiento de la enseñanza portuguesa, se caracteriza por el afán de reanudar las relaciones científicas con el resto de Europa, debilitadas durante dos siglos; la misma orientación revelan, por último, las reformas contemporáneas más estimables.

Notemos, en fin, un grave inconveniente que las obras de educación hallan en Portugal. En la labor de los organismos centrales falta continuidad porque están sometidos a los cambios frecuentes de la política. De aquí nace, en gran parte, el carácter fragmentario de la obra realizada en la enseñanza. No se descubre ninguna orientación sostenida por un organismo social que tenga estabilidad y permanencia. Todo lo que de más valor se ha hecho modernamente parece obra casi exclusiva de individuos aislados. La reforma del 94 se debe al doctor Jaime Moniz; las innovaciones de la casa Pía, al doctor Costa Ferreira; los jardines-escuelas, al Sr. De Deus Ramos; el liceo Pedro Nunes, a su antiguo rector el Sr. Sá Oliveira, y así algunos, pocos, casos más.

TELEFONIA AUTOMATICA

SU DESARROLLO Y APLICACIONES MODERNAS

POR

P. GONZÁLEZ BUENO

INGENIERO DE CAMINOS

(Sesión del 15 de junio de 1925.)

El desarrollo creciente de las comunicaciones telefónicas en todos los países ha tenido como consecuencia obligada el perfeccionamiento de los sistemas conmutadores.

Fué por primera vez en 1876 cuando Graham Bell presentó, en la Exposición de Filadelfia, un aparato con el que podía establecerse una comunicación telefónica, y desde entonces, con rapidez vertiginosa, se han perfeccionado los dispositivos y sistemas. La simple comunicación entre dos aparatos se extendió inmediatamente a varios con el empleo de cuadros conmutadores, y éstos, al principio de pequeña capacidad, debieron más tarde, al formarse los grandes núcleos de población modernos, proyectarse para atender a un número muy crecido de comunicaciones. Del primitivo sistema a batería local se pasó al de batería central; se crearon los múltiples en serie y en derivación; se buscaron los medios de aumentar el rendimiento de las centrales manuales mediante ingeniosos dispositivos que permitían a las operatrices convertirse casi en autómatas al establecer las comunicaciones—nos referimos a los distribuidores de tráfico y a los sistemas con escucha y llamada automática—, y, siempre en retraso con las necesidades a llenar, se llegó a la implantación de los sistemas automáticos como los únicos capa-

ces de responder a las exigencias de la comunicación telefónica moderna.

Como todo progreso impuesto por las circunstancias y cuya necesidad se hace sentir en muy diversos lugares a la vez, a él se llegó casi simultáneamente de diferentes maneras, y por ello actualmente los sistemas automáticos son muy variados.

En esencia, un sistema telefónico automático consiste en un conjunto de órganos que permiten el establecimiento de una conmutación sin ninguna intervención manual. Los diferentes aparatos que pueden comunicar entre sí están unidos por dos conductores a una central, en la que se encuentran montados los órganos eléctricos precisos para realizar el trabajo de selección de un abonado —selección ordenada por otro desde su aparato— y concentrada la energía para alimentar los circuitos de accionamiento de los órganos selectores, llamada y conversación. Los aparatos telefónicos son sencillos en su construcción y manejo, y están provistos de un disco de llamada, que es el órgano que sirve para transmitir las órdenes de selección a la central.

Como hemos explicado antes, son varios los sistemas telefónicos automáticos hoy en uso, y pueden clasificarse en tres grupos principales:

Sistemas de *relés*, en los que los órganos no tienen movimientos mecánicos. Su funcionamiento complicado y su elevado coste han contribuído a que no se extienda su aplicación.

Sistemas de impulsiones directas, llamados de «paso a paso», que se caracterizan por el hecho de que la selección se efectúa a medida que el abonado, con su disco de llamada, va transmitiendo la orden a la central. En ellos no existen órganos en movimiento continuo, y los movimientos mecánicos pueden ser de dos clases: rotatorios y trepadores, o simplemente rotatorios.

Sistemas de impulsiones registradas o inversas, en los que las órdenes enviadas por el disco de llamada son recogidas en órganos especiales, llamados registradores, intercalados momentánea y automáticamente en el circuito. Estos órganos, además de servir de reguladores entre el disco de llamada y los de selección, tienen generalmente el cometido de traductores, pues el abonado siempre hace la numeración en el sistema decimal

y casi siempre los órganos selectores funcionan con arreglo a un sistema de dobles o quíntuples centenas, con objeto de aumentar la capacidad de la central. En estos sistemas existen órganos en movimiento continuo, y el multiplaje de abonados puede tener, como en los anteriores, dos dimensiones y también tres.

La energía eléctrica necesaria suele ser corriente continua de 48, 36 o 24 voltios, que se toma de baterías de acumuladores de suficiente capacidad instaladas en la central.

Entre los sistemas comprendidos en el segundo y tercer grupo se encuentran el Strogwer (Siemens, Thomson, etc.), el Western y el Ericson, que son hoy los principalmente empleados.

La aplicación del automático se va extendiendo más cada día en los centros en que la densidad de la población es importante.

Las razones que aconsejan esta adopción son las siguientes:

Primera. Rapidez en el establecimiento de comunicaciones, lo que equivale a mayor capacidad, permitiendo un tráfico muy intenso.

Segunda. Posibilidad de efectuar una conversación con igual facilidad durante el día que por la noche.

Tercera. Secreto absoluto.

Cuarta. Economía. Aunque una central automática tiene un coste superior al de una central manual. (el coste por línea en la primera es, aproximadamente, de 325 pesetas por 175 pesetas en la segunda, cuando es del tipo batería central), el exceso de capital empleado queda prontamente amortizado con las economías que se obtienen en la explotación. Los gastos de entretenimiento de una y otra clase de instalaciones son parecidos.

A continuación damos algunas cifras proporcionadas por la Dirección general de Comunicaciones de Bruselas:

Gastos de entretenimiento de una estación de abonado en su domicilio:

Central manual	1,25 francos.
Central automática	1,30 —

Gastos de entretenimiento de una instalación de abonado en la central:

Central manual	0,875
Central automática	1,95

Número de desarreglos en las casas de abonados por mes y 1.000 instalaciones:

Central manual	221
Central automática	228

Números de desarreglos en la central por mes y 1.000 abonados:

Central manual	Averías en los cordones	200
	Idem en el múltiple	14
	Idem en mesas, llaves, etc	180
		394
Central automática		90

Estas cifras nos demuestran que los gastos de entretenimiento son superiores en las centrales automáticas, lo que es debido principalmente a que, no estando todavía tan extendidas esta clase de instalaciones como las manuales, y siendo más complicadas de funcionamiento, se precisa un personal especializado, que es difícil de encontrar. El número de mecánicos que se utilizan en las dos clases de instalaciones es aproximadamente de tres por cada 2.000 abonados.

En cuanto a los gastos de explotación, la economía es muy importante, pues se suprime por completo el personal femenino de telefonistas, cuyo número puede calcularse en 1,25 por 100 del de líneas.

Actualmente existen más de 500.000 líneas equipadas en automático en América, y en Europa muy numerosas instalaciones, principalmente en Alemania.

Por otra parte, el desarrollo de los sistemas automáticos ha tenido por consecuencia el que se creen grandes centros industriales especializados, con laboratorios de investigación dotados de los últimos adelantos y personal técnico muy apto.

Dentro de la técnica telefónica, el automático parece ser el límite de perfección a que puede llegarse en los sistemas de conmutación alámbricos. Seguramente el porvenir en telefonía se encuentra en la telefonía sin hilos, es decir, en una nueva forma de comunicación, en la que los elementos son completamente diferentes.

Pero los sistemas automáticos, hasta ahora circunscritos al establecimiento de comunicaciones telefónicas, comienzan a extender su aplicación a otras actividades, y es precisamente éste un punto que consideramos de gran importancia y queremos señalar en este trabajo.

Con los dispositivos automáticos es factible accionar a distancia, desde un puesto central de mando, órganos tales como disyuntores, sistemas de arranque o parada de máquinas diversas, ventiladores, reóstatos, etc. Puede también conseguirse que toda maniobra ordenada desde el puesto central o efectuada automáticamente en la estación, a distancia, sea señalada en el primero. La elevación anormal de la temperatura de las máquinas, la parada de la ventilación o de la circulación del agua de refrigeración, etc., pueden ser igualmente transmitidas.

De esta manera, un dispositivo de esta clase puede completar el equipo de las subestaciones automáticas, pues da al jefe de un sector la posibilidad de *controlar* todas las maniobras realizadas automáticamente, permitiéndole además efectuar él mismo todas las que desee.

Tienen también aplicación en los casos particulares de las redes de ferrocarriles a tracción eléctrica, cuando se trata de maniobrar, de una parte y otra de una subestación, aparatos disyuntores de puesta en paralelo de vías, y en otros muchos que no es preciso enumerar.

Aunque el número de órdenes a efectuar es más inferior en estas aplicaciones que en el caso de telefonía automática, se hace preciso vencer generalmente algunas dificultades de adaptación de la energía de que se dispone, a las necesidades del servicio, etc. Es evidente que en una instalación telefónica automática, si una llamada, por casualidad, no llega, o llega mal, las consecuencias, en general, son poco importantes. En el accionamiento de una central de energía o de disyuntores de seccionamiento de vías, una falsa maniobra puede tener consecuencias muy graves, y por ello se precisa tomar toda clase de disposiciones para que esto no pueda ocurrir. Estas precauciones deben afectar a la maniobra y al *control* de esta maniobra, y todo ello, naturalmente, procurando reducir a un mínimo el número de conductores de enlace.

Con objeto de dar una idea bien clara de un dispositivo de esta naturaleza, explicamos a continuación de un modo su-

cinto el funcionamiento de una instalación de este género efectuada con el sistema automático Strogwer («paso a paso»).

El número de conductores que unen el puesto central al accionado es de tres, permitiendo asegurar la maniobra y el *control* a distancia de 50 órganos. La tierra constituye el retorno común de los tres conductores.

Si desde el puesto central deben accionarse varios puestos secundarios (caso de los ferrocarriles), no se necesita que cada uno de éstos esté unido al primero por tres conductores, y sólo será necesario que se encuentren en derivación sobre la línea trifilar que enlace el primero con el secundario más alejado.

A título de indicación podemos añadir que con conductores de cobre de 65/100 de milímetro de diámetro pueden accionarse órganos a unos 40 kilómetros de distancia.

El dispositivo comporta:

a) *En el puesto central.*—Un pupitre sobre el que se encuentran colocadas las llaves de maniobra y las señales luminosas de *control*. El pupitre puede representar esquemáticamente el circuito y los aparatos de la estación distante; en el sitio de cada uno de los órganos a accionar se colocan las llaves de maniobra y las señales luminosas que indican la posición de dichos órganos (enclavado, desenclavado, en marcha, parado, temperatura normal, temperatura excesiva, etc.)

Las llaves y señales luminosas están conectadas de una manera definitiva a los *relés* y otros órganos del dispositivo por cables apropiados (conductores de cobre de 65/100).

Estos diversos aparatos: *relés*, selectores, etc., están agrupados sobre pequeños bastidores intercambiables. Estos bastidores comportan resortes de conexión machos que enchufan en otros resortes hembras, colocados en el bastidor de conjunto. A cada pequeño bastidor corresponde un órgano accionado, y es suficiente tener algunos de repuesto, con objeto de reemplazar inmediatamente todo aquel que pueda necesitar una revisión o un reglaje, sin por ello perturbar un solo instante la explotación. Un *capot* de protección y un cubrehilos ponen los *relés* y otros órganos al abrigo del polvo.

El bastidor de conjunto, cuyas dimensiones son, aproximadamente, de un metro de ancho por dos metros de altura y 0,80 metros de espesor, puede ser completamente cerrado.

b) *En el puesto accionado a distancia.*—Todos los órga-

nos están montados de manera análoga a la descrita para el puesto central, y son del mismo tipo

c) *Energía necesaria.*—El funcionamiento del sistema necesita en el puesto principal una batería de acumuladores de 48 voltios, cuyo punto medio debe estar cuidadosamente unido a tierra. La capacidad de esta batería es siempre pequeña, pues los aparatos están normalmente en reposo y sólo funcionan para efectuar una maniobra o recibir una señalización.

d) *Principio de funcionamiento.*—La maniobra de una llave sobre el pupitre de mando hace arrancar automáticamente el sistema, que no se detiene hasta que la operación ordenada ha sido efectivamente realizada y su señalización se ha efectuado en el pupitre.

De la misma manera, el cambio de posición de un órgano accionado pone en movimiento el sistema, que no se detendrá hasta que la señal correspondiente se verifique en el puesto central.

El tiempo máximo necesario para que se efectúe una operación es de cinco segundos, y si la operación no se realiza en este tiempo el sistema vuelve a partir automáticamente hasta la ejecución de la maniobra.

Todo cambio de posición de un órgano, accionado o que se efectúa automáticamente, actúa sobre una señal de alarma en el puesto principal ; un timbre llama la atención del jefe de la central, y se enciende una lámpara especial colocada al lado de la llave de maniobra del aparato de que se trate. En efecto ; a cada llave de maniobra están afectas tres señales luminosas y una segunda llave. Una lámpara roja indica la posición normal (máquina parada, temperatura conveniente, etc.) ; una lámpara verde indica la posición excepcional (máquina en marcha, temperatura excesiva, etc.) ; una lámpara blanca, llamada señal de alarma, indica que la posición del órgano al cual está asociada ha sido modificada. Cada vez que una de estas lámparas se alumbra suena un timbre ; para extinguir esta señalización es indispensable accionar la segunda llave, colocada cerca de la maniobra ; el encargado tiene, por consiguiente, que conocer obligatoriamente el cambio habido.

El principio que sigue en este sistema (Strogwer) el accionamiento selectivo es el sincronismo de órganos rotativos seme-

jantes, colocados el uno en el puesto central y los otros en las estaciones accionadas a distancia, a razón de uno por estación.

Estos órganos rotativos, llamados «selectores», se componen de un electroimán que hace avanzar unos frotadores sobre filas circulares de contactos. Por construcción, los conjuntos de contactos están dispuestos en dos filas semicirculares de 25 contactos cada una. Los frotadores unidos entre sí y *decalados* 180° se deslizan sobre estas filas; el conjunto de dos filas y dos frotadores actúa como un solo frotador deslizando sobre los 50 contactos.

El dispositivo de tres conductores conduce a emplear selectores de seis filas de 25 contactos y seis frotadores *decalados* dos a dos en 180°, actuando en conjunto como tres coronas de 50 contactos sobre las cuales deslizan tres frotadores. En el puesto central y en los secundarios los contactos que se corresponden están reunidos, de un lado, a la llave de maniobra y a las lámparas de señalización, y del otro, a los órganos a accionar.

Cuando se quiere hacer un mando se maniobra la llave asociada al aparato considerado. En el puesto de mando y en todos los puestos que de él dependen los selectores avanzan paso a paso y sincrónicamente hasta pararse sobre los contactos determinados por la llave de maniobra. Hasta este momento, uno solo de los conductores de la línea, el hilo de sincronización, ha sido utilizado.

En este momento, por el segundo conductor de línea, se cierra un circuito, el cual acude en el puesto como accionado a distancia a un *relé* que se excita; un circuito local termina entonces la maniobra.

Contactos especiales *(interlocks)* colocados sobre el aparato que acaba de cambiar de posición cierran entonces otro circuito, el cual, por el tercer conductor de línea, provoca la excitación de un *relé* de señalización en el puesto central; una lámpara se enciende, indicando que la maniobra se ha efectuado bien.

Este *relé* de señalización deja libres los selectores pasados hasta este momento sobre los contactos correspondientes a los aparatos a maniobrar, que entonces vuelven automáticamente a su posición inicial, y en ella permanecen hasta que una nueva maniobra es ordenada.

Si se ordenan varios movimientos simultáneamente maniobrando al mismo tiempo varias llaves, una revolución única de los selectores produce la ejecución de todos ellos.

La descripción somera anterior indica el perfeccionamiento a que se ha llegado en las instalaciones de este género, hasta el día muy poco extendidas. Ahora bien : teniendo en cuenta las ventajas que pueden desprenderse de su aplicación, creemos que en lo porvenir estas instalaciones se generalizarán, y de manera parecida se extenderá el campo de aplicación de los sistemas automáticos a nuevos campos de actividad.

LE RÔLE DE L'INGÉNIEUR DANS L'OEUVRE COLONIALE

PAR

LE VICOMTE DE ALMEIDA-GARRETT

PROFESSEUR A L'INSTITUT SUPÉRIEUR TECHNIQUE, DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE LISBONNE

(Sesión del 16 de junio de 1925)

L'exploitation des colonies occupe aujourd'hui une place considérable et qui grandit chaque jour, dans l'économie mondiale. Le bien être de l'humanité exige donc que l'on cherche par tous les moyens à en augmenter la production, en la mettant, de plus en plus, à la portée de tout le monde.

Le rôle de l'ingénieur est de ce fait devenu d'une importance primordiale—on peut dire, sans exageration, que de lui dépend, dans la plus large mesure, la réussite de l'oeuvre coloniale.

Qu'il s'agisse de colonies de population, c'est-à-dire, de territoires dont le climat permet la vie en permanence des blancs, ou de colonies de plantation où le travail de la terre doit être fait par les indigènes, la mise en valeur des richesses du sol, forestières, agricoles ou minières, ne peut être faite qu'à l'aide d'une machinerie de plus en plus developpée, servie par un personnel de plus en plus instruit, le prix et le manque de la main d'oeuvre se faisant sentir chaque jour davantage, au fur et à mesure que la mise en valeur s'accentue.

C'est un champ immense pour l'activité humaine. Pour en tirer le maximum du rendement, l'enseignement «colonial» des ingénieurs devient indispensable. Le même besoin se fait sentir, évidemment, en ce qui concerne la préparation des contremaîtres et ouvriers.

En Angleterre, on peut dire que l'orientation coloniale est

donnée depuis l'école primaire. Et dans les grandes colonies comme l'Australie, le Canada, la Nouvelle Zelande, l'Afrique du Sud ou les Indes, les nombreuses écoles industrielles et agricoles, primaires et secondaires, et les Universités où l'on forme des ingénieurs pour les ponts et chaussées, la mécanique, l'électricité, l'agriculture, la silviculture et les mines, sont, déjà depuis des années, les pépinières d'où sort une bonne partie du personnel qui va, à travers le monde, mettre en marche toutes ces entreprises minières, agricoles, forestières et de transformation des produits du sol et du sous-sol, qui font de l'Empire Britannique le colosse formidable qu'il est aujourd'hui, à tous les points de vue.

Nous allons les trouver, les ingénieurs et contremaîtres anglais, dans les contrées les plus diverses. On les voit à Malaya à fabriquer du papier, à conduire des batteuses de riz et à diriger l'exploitation des mines de charbon et des célèbres mines d'étain qui fournissent, à elles seules, un tiers de la consommation mondiale ; ils coupent des bois, exploitent des charbonnages, recherchent le pétrole, les diamants et l'or, à Sarawak ; on va les rencontrer à Burma, dans les mines de pétrole et les gisements de plomb, d'argent, de rubis, de zinc et de wolfram —de Burma sont sorties d'énormes quantités de ce produit pendant la guerre, pour la fourniture du tungstène.

Ils dirigent des sucreries à Mauritius, et des mines de pétrole, en Palestine ; ils vont à ménager la Jourdan, pour en tirer de la force motrice, de l'éclairage et des irrigations.

Ce sont les mêmes qui construisent le barrage de Makwar, sur le Nil Bleu, au sud de Khartoum, ce qui permettra la culture de 100.000 acres de coton dans le cours de deux ou trois ans, c'est-à-dire, una production annuelle de 80 à 100.000 balles de première qualité ; ils font les deux cents milles du chemin de fer du Thamian a Kassala, qui va permettre l'écoulement facile des produits du delta intérieur ; et ils dirigent, au Soudan encore, des exploitations de oleagineux et de très importantes fermes d'élevage.

Pour les ingénieurs agricoles et leurs assistants, la Nyasaland constitue un champ d'activité très intéressant, avec ses exploitations de tabac, de coton, de thè, de sizal, de riz et de maïs.

Au Tanganyika, en outre des exploitations agricoles : sizal,

coton, coprah et café, on va encore retrouver les ingénieurs et contremaîtres anglais dans des exploitations de pierres demi-précieuses, comme les pierres de lune, les agates, les tourmalines et les topazes ; les richesses du sous-sol de Kenya se présentent comme un debouché intéressant pour leur activité ; et si l'on va à Chipre, par exemple, on les voit à la tête des fabriques du tissus, de coton et de soie ; ils y travaillent aussi dans les mines d'amiante, et les exploitations forestières sont une des richesses de cette île fameuse qui a étè, à travers les siècles, le théâtre de quelques pages émouvantes de l'histoire de notre race et de notre civilisation. Les mines de cuivre qui, depuis l'antiquité, avaient rendu fameux le precieux cadeau de Antoine à Cleopatra, sont encore aujourd-hui, sous la direction d'un personnel technique très competent, une des richesses les plus intéressants de l'île de Chypre.

En Nigeria, ils coupent des bois et exploitent des plantations et des usines d'égrenage de coton ; ils traitent les palmistes et dirigent des usines de préparation de l'huile ; ils plantent le cacao et dirigent des exploitations forestières et d'élevage.

Dans la Côte d'Or, les plantations de cacao occupent la première place dans l'économie de la colonie ; mais on trouve aussi des ingénieurs et des contremaîtres anglais dans les exploitations forestières et dans les mines d'or et de manganèse.

La Rhodesie est un champ formidable pour l'activité des ingénieurs agricoles, et, plus encore, dans la Rhodesie du Nord, pour les ingénieurs des mines : Il y a les mines d'or dont l'exploitation était déjà, à ce qu'il paraît, connue des Pheniciens ; l'amiante, le chrome et la mica y sont produits en d'énormes quantités ; les prospecteurs anglais y ont découvert aussi des diamants et du plomb.

Ils surveillent des exploitations forestières et des plantations de coton, cacao et canne à sucre à Honduras, et de tabac et de café à Jamaica. En Guyane, ils font des exploitations de oleagineux, de résine et, tout dernièrement, de riz, et dirigent des plantations de coton à Fiji.

Toutes ces richesses, éparpillées par toute la terre et qui ne demandent qu'a être savamment cueillies et transformées, quelle matière première pour l'activité des ingénieurs ! Et nous ne voulons pas parler des grandes colonies comme le Canada,

l'Australie, la Nouvelle Zelande ou l'Union Sud Africaine, déjà arrivées à un haut degré de développement, grâce à un effort dans lequel les ingénieurs et contremaîtres ont eu une part des plus brillantes.

Il y a au Canada plus de 40.000 milles de chemins de fer à vapeur et presque 2.000 de chemins de fer électriques; 1.600 milles de canaux sont soigneusement entretenues pour la navigation, 120 milles desquels sont des canaux artificiels; il y a plus de 50.000 milles de lignes télégraphiques et, en 1923-24, il y avait déjà environ 950.000 téléphones, sur un réseau de presque 2.400.000 milles de longeur.

Dans la province de Ontario, la mise en profit des chûtes du Niagara a permis l'installation de 750.000 HP. et une nouvelle installation de 250.000 HP. est déjà en construction. A Quebec, la forêt couvre une surface de 130.000 acres et l'industrie de la pâte à papier qui en dérive, est très importante; à New Brunswick on a commencè déjà l'exploitation des gisements de charbon, argent, plomb, cuivre, fer et manganèse, qui s'y trouvent en de grandes quantitès; et les mines de la British Columbia, quoique leur exploitation soit encore au premier stage, ont déjà produit en 1921, presque 900.000 dollars.

En Australie il y a déjà près de 27.000 milles de voie ferrée construites, et plus de 600 milles de tramways, la presque totalité desquelles est électrique. Le 30 juin 1923 il y avait dans la Communauté de l'Australie 172.000 voitures automobiles diverses.

Le valeur totale de la production minière de New South Wales, en 1923, a été de 14 millions de livres sterling, l'industrie minière employant cette année là, un total 27.767 ouvriers. Et dans cette même année, la puissance totale installée dans les usines de la province, était déjà de près de 614.000 HP.

A Victoria, en 1923, le nombre d'usines installées était de 7.096.

A South Australia, la valeur totale de la manufacture a été, en 1923, de plus de 23 millions sterling.

Les exploitations forestières à Queensland sont très importantes—leur production en 1923 est montée à une valeur de 4 millions sterling, et les scieres employaient, à elles seules, plus de 4.000 ouvriers.

Western Australia, dont la surface est plus grande que la

moitié de la Russie d'Europe, possède des mines d'or qui ont produit, en 1923, plus de 500.000 oz., et des mines de plomb, cuivre, étain et charbon.

A New Zealand on exploite en large échelle des mines de charbon et, en plusieurs districts, il y a de l'or, d'alluvion ou dans le quartz, et son extraction constitue une des principales industries locales.

L'Union Sud Africaine, c'est déjà l'agriculture en grande échelle, mais ce sont surtout les diamants, l'or, le charbon et, encore, l'argent, l'étain et le cuivre. En 1923, l'Union a produit de l'or dans une valeur de 34 millions de livres sterling aproximativement, et des diamants dans la valeur de plus de 6 millions sterling. Le manque de marchandises étrangères a contribué énormement pour le développement de l'industrie locale—Parmi les nouvelles industries installées dernièrement dans la Colonie, figurent les suivantes : fabrication de l'alcool industriel, du carbure de calcium, du sulfate d'ammonia, manufactures en cuivre, etc.

La Colonia a déjà presque 11.000 milles chemins de fer et, dans ses ports où, en 1923, sont entrées près de 4.400 bateaux, les services sont une merveille d'organisation.

Les Indes Anglaises ont produit plus de 19 millions de tonnes de charbon en 1923 ; depuis, elle n'a fait que augmenter.

Le production du pétrole cru est montée de 19 millions de galons en 1897 à 299 millions en 1923.

Il y a aux Indes 48 millions de hectares de terrains irrigués.

Le travail le plus varié s'offre inépuisablement partout : Des routes à percer et des voies ferrées à construire, dans des forêts vierges où les lianes laissent à peine passer les rayons du soleil ; des arbres gigantesques, si gros qui dix hommes peuvent quelquefois à peine leur embrasser le tronc, et qu'il faut arracher, couper, scier et transporter vers des marchés lointains ; des traits de terrains, à perte de vue, offrant aux tracteurs, à la charrue et aux semences, leurs entrailles fécondes ; des métaux et des pierres precieuses qui dorment enfouies dans le sol, et qu'il faut amener à la surface ; des usines à installer pour le traitement de tous ces produits, là où il n'y a que

la brousse et une population la plupart des fois presque au premier stage de la civilisation.

Tout cela met devant les yeux une serie de problèmes les plus divers. L'activitè, tout débordante qu'elle soit, des èlèves des écoles d'ingénieurs, y trouvera moyen de se déployer dans la vie large, libre et pleine d'initiative que les colonies lui offrent.

Parmi tous ces problèmes, ceux des transports et de la main d'oeuvre occupent une place primordiale.

Au Congo, par exemple, la main d'oeuvre devenant plus rare à mesure que le pays se développe, les coloniaux belges sont amenés à étudier constamment le moyen de la remplacer par des installations mécaniques. Les résultats obtenus sont déjà très intéressants.

Ainsi nous voyons l'Union Minière du Haut Katanga, par exemple, apporter à ses installations de Panda des améliorations presque continuelles, et c'est très curieux de voir le nombre considérable d'indigènes que, de ce fait, ont été liberés, pouvant conséquemment être employés dans d'autres travaux.

Les installations de Panda sont dignes d'être vues. L'usine de concentration traite, en vingt quatre heures, 4.000 T. de minerais de cuivre. Toutes les operations de concentration, broyage et manutention, sont aujourd'hui faites mécaniquement.

On a liberé 300 indigènes par l'adoption de wagons-trémies de 28 T. et wagons-culbuteurs de 12 m³, à freinage et culbuttage à air comprimé.

Les travaux d'excavation sont faits au moyen de pelles à vapeur. Une pelle de 2 m³ de capacité de godet extrait par jour 600 T. de minerais et steriles, et économise 250 a 300 indigènes.

La Cie. possède 10 pelles en travail ; donc, une économie totale de 3.000 indigènes.

Le transport des minerais se fait aussi automatiquement. Un convoyeur automatique transporte par jour 3.500 T. à 4.000 T. de minerais, et ne nécessite en tout que trois ou quatre surveillants noirs. Combien de main d'oeuvre épargnée, rien que de ce fait-ci !

Dans les mines de diamants que la Société Forestière et Minière du Congo, connue sous le nom de «Forminière», pos-

sède dans le Kasai, on a déjà beaucoup fait dans le sens de mécaniser toute l'exploitation. Et c'est ainsi que les cribles basculants primitifs pour le lavage et classement des graviers, remplacés ensuite par des bacs à secousses rudimentaires, ont étè substitués par des «trommels» et des «pans», d'abord manuels et, plus tard, électriques.

Le triage des diamants qui était manuel, va être fait par séparation électro-magnétique.

L'épuisement des mines, fait d'abord au moyen de pompes chinoises, après par des chalenges et des pompes à diafragme, a ensuite étè fait par des pulsomètres à vapeur ; aujourd'hui il est assuré au moyen de pompes centrifuges électriques.

En ce qui concerne le transport du gravier, comme on est loin des paniers en fibre adoptés il y a douze ans, transportés sur la tête des nègres et qui ne pouvaient contenir qu'une dizaine de litres de gravier ! On les a remplacés, d'abord, par des écuelles en acier qui évitaient que les porteurs fussent éclaboussés des eaux argileuses qui s'écoulaient des paniers ; plus tard, on a adoptè des caisses-civières dont le transport nécessitait deux hommes a peine, ce qui augmentait déjà notamment le rendement.

On a encore épargné un homme en transportant les caisses-civières sur chassis de brouettes. L'adoption, en. 1921, des transports en wagonets d'une capacité de 120 litres et des monte-charges élevant les wagonets jusqu'au dessus de la grille de chargement des appareils et les déversant automatiquement ; la suppression du transport à bras en rampes, le remplacant par des transports par courroies, ou remorque des wagonets par cables trainants—ont permis de libérer plusieurs milliers de nègres jusqu'alors occupés à transporter des charges maxima de 15 ou 20 K^es^ chacune !

Si, de l'industrie minière, l'on passe à celle de la culture du coton, nous voyons que, pour égrener 1.000 T. de coton par mois, il faut, avec l'égrenage à bras, 1.150 hommes ; 110 hommes sont suffisants pour l'égrenage mécanique.

C'est grâce à cette orientation que la Compagnie Cotonnière Congolaise, par exemple, peut déjà traiter plusiers milliers de tonnes de coton dans ses 24 usines d'égrenage, et va encore installer, dans l'année courante et la prochaine, 28 autres usines dotées du materiel le plus moderne.

La Société Anonyme des Huileries du Congo Belge, dans laquelle est intéressée dans une large proportion la célèbre firme de savonnerie «Lever Brothers», de Port Sunlight, cherche par tous les moyens à économiser de la main d'oeuvre, par l'introduction de mèthodes industrielles dans la fabrication et le transport de l'huile de palmes et des noix palmistes. L'économie realisée est considérable. Quelques chiffres sont suffisants pour le démontrer:

Tandis que, par la mèthode indigène, avec une extraction à 8 pour 100, pour la récolte des fruits, leur transport à l'usine, la fabrication de l'huile, et son transport aux dépôts, on avait besoin de 1.015 journées de travail par tonne d'huile, avec les mèthodes industrielles ce nombre est réduit à 234, l'extraction étant poussée à 18 pour 100.

Il y a donc una économie, par tonne d'huile, de 781 journées de travail. Pour les 12.418 tonnes que la Stè Ame. des Huileries du Congo belge a exportées l'année dernière, cela représente une économie de 9.698.458 journées de travail, soit, sur la base de trois cents jours de travail par an, 32.328 travailleurs libérés. On a ainsi réduit la main d'oeuvre de 77 pour 100, tout en assurant l'extraction d'une quantité d'huile de plus du double, pour la même quantité de fruits.

Les chiffres par tonne de noix palmiste sont aussi éloquents. Avec les mèthodes indigènes de concassage et triage à la main, la recolte et transport des noix, leur concassage et triage et le transport aux dépôts, nécessitent, par tonne, 265 journées de travail. Les mèthodes industrielles de concassage et triage mécanique ont permis de réduire ce chiffre à 117. Pour les 54.607 tonnes exportées l'année dernière, les methodes industrielles adoptées représentent une économie de 8.081.836 journées de travail, ou le travail de 26.940 indigènes pendant tout un an.

La culture du riz commence a être très repandue dans la province occidentale du Congo. Le décorticage de 18.000 T. de riz brut, donnant 12.000 T. de riz commercial, exige chaque année un travail continu de 12 a 15.000 femmes, pendant trois mois. Quelques installations mécaniques son déjà en route pour le Congo. Pour montrer le réduction de main d'oeuvre que cela va représenter, il suffit de dire qu'une batteuse mécanique

peut parfaitemente traiter 45 T. de riz par jour et ne nécessite qu'un personnel très réduit.

En ce qui concerne le travail du sol, l'adoption de la machinerie s'impose de plus en plus. Pour labourer 2 hectares par jour à la houe, il faut 200 hommes. A la charrue, 2 hommes suffisent. Dans le labeur par tracteur, un homme fait trois hectares par jour très facilement ; si l'on adopte un tracteur executant le labourage et hersage combinés, un seul homme fait facilement quatre hectares par jour. On n'a pas besoin de rien ajouter à l'éloquence de ces chiffres.

Le portage est certainement le plus grand problème dans toutes les exploitations coloniales. Là, aussi, la parole sera aux ingénieurs. L'ouverture de routes par des procedés modernes, adoptant des pelles à vapeur pour l'extraction et un systeme bien organisé d'évacuation des terres, permettra d'éviter les détours continuels des chemins indigènes et l'adoption de moyens de transport perfectionnés et économiques. Si l'ont tient compte qu'il faut quarante hommes pour transporter une tonne en un jour, on peut facilement s'imaginer l'énorme absorption de main d'œuvre que représente dans la colonie, rien que le portage de sa production.

Avant la construction du chemin de fer, un trafic de 2.000 T. sur la route des caravanes du Bas Congo, employait 1.200.000 hommes-jours, soit 4.000 hommes permanents ; la durée du trajet était de 25 jours et le prix était de 4 frs. por T. kilométre.

Aujourd'hui, un trafic de 200.000 T. emploie 4.500 hommes ; la durée du trajet est de trois jours, et le tarif à la descente est de 0,15 frs. par T. kilométre. Ce trafic nécessiterait, par les moyens de portage anciens, 120.000.000 d'hommes-jour, soit 400.000 hommes permanents. La construction du chemin de fer a donc amené une économie de main d'œuvre de 395.000 hommes.

Dans la même ordre d'idées, le chemin de fer du Katanga cherche par tous les moyens à ameliorer le rendement de la main d'œuvre indigène. Il y est arrivé déjà d'une façon intéressante. En 1914, le nombre total de T. transportées a été de 366.595, correspondant à 42.904.987 T. km. Le nombre total d'indigènes employés a été de 1.150, correspondant à 3,13 indigènes par 1.000 T. transportées. En 1914, le nombre de T. transportées est montée à 2.644.886, correspondant à 278.689.662

T. km. Le nombre total d'indigènes employés a été de 4.214, ce qui correspond à 1,59 indigénes par 1.000 T. transportées. L'économie realisée a donc été de 49 pour 100.

Il est interessant de donner quelques exemples d'amelioration du rendement. Ainsi, tandis que le déchargement à main des wagons de 35 T., occupait six hommes et exigeait 60 minutes, le déchargement automatique du même wagon n'occupe que deux hommes pendant 10 minutes. L'économie realisée a donc été de 94 pour 100. Dans le département Voies et Travaux, la mise en service de concasseurs de pierres à ballast à grande production a amené una économie considérable. Un homme produit en huit heures de travail 0,5 m^3 de ballast. Un concasseur désservi par 10 hommes produit en huit heures 330 m^3. L'économie de main d'œuvre réalissé est donc de 98 pour 100.

En ce qui concerne le materiel, l'administration du chemin de fer du Katanga est arrivée par l'emploi du frein à vide et l'augmentation de la puissance de ses locomotives, à des économies intéressantes. Tandis qu'avec le frein à main, le nombre d'indigènes nécessaire pour la conduite d'un train était de 13, il est réduit à six, avec le frein à vide. L'économie est donc de 53 pour 100.

La réduction de la main d'œuvre répartie par chaque mille tonnes brutes transportées, du fait de la remorque de trains plus lourds rendue possible par l'augmentation de la puissance des locomotives, a été de 47 pour 100.

Une économie de main d'œuvre importante a été aussi realisée par l'installation de machines outils perfectionnées dans les ateliers du chemin de fer.

Il est a signaler que la création d'une école professionnelle dans chaque service a amené une amelioration très sensible du rendement des travailleurs, permettant d'en réduire considérablement le nombre.

La construction, dans des conditions économiques, d'un large réseau de routes, est un des problèmes des plus importants dans les colonies, et dont la résolution incombe aussi aux ingénieurs. Ces routes doivent être construites d'après le trafic auquel elles sont destinées, une attention speciale devant être apportée a la construction, pour qu'elle résiste aux pluies, que

dans les régions intertropicales surtout sont déluviennes. Le travail de construction des routes est une corvée que les indigènes habituellement regardent avec la plus grande reluctance. D'autre part, le mouvement de grandes masses de terre pour l'ouverture des routes demande une main d'œuvre considérable, s'il est fait par des methodes primitives. Au Congo, l'emploi d'une machinerie moderne est déjà courant dans ces travaux. Ainsi, pour la transformation de la ligne de Matadi a Leopoldville, la Société Africaine de Construction est arrivée aux chiffres suivants: un groupe de 44 nègres, travaillant un an (310 jours) par les moyens usuels, soit pelles, pioches, wagonnets et voies Decauville, extrait d'une tranchée environ 24.500 m³ de terre.

Le même nombre de nègres, avec pelles à vapeur, locomotives, wagonnets et voies Decauville, extrait 93.000 m³, soit quatre fois plus.

Pour extraire et évacuer 300 m³ de terre par jour sur un chantier sans pelles à vapeur, la Sociéeé Africaine de Construction nécessitait 50 wagonnets, 50 brouettes, 1.000 m. de voie, 100 pelles et 100 pioches. Le personnel était de 231 hommes, dont 200 pour extraction, charge et transport des terres, 20 pour l'entretien des voies et 11 chefs d'équipes. Sur un chantier avec pelles à vapeur pour extraire et évacuer les mêmes 300 m³ de terre par jour, la Société Africaine de Construction employe una pelle à vapeur, 2 locomotives, 30 wagonnets, 1.600 m. de voie, un réservoir pour l'alimentation de la machine, une pompe et 500 m. de canalisation d'eau. Le personnel indigène est le suivant : 3 machinistes, 3 chauffeurs, 4 serre-freins pour les wagonnets, 2 hommes pour manoeuvrer la pompe, 2 autres pour transport du bois de chauffage, 7 hommes pour la manoeuvre des wagons vides, 2 pour le remisage de la terre, 20 pour l'entretien des voies et décharge des terres et un chef d'équipe, soit en tout 44 hommes. L'économie est donc de 81 pour 100.

Le problème des transports au Congo préoccupe sérieusement, non seulement les Compagnies de transports elles-mêmes, mais beaucoup d'autres entreprises, qui attachent à cette question la plus grande importance en vue de l'écoulement facile de leurs productions.

La «Forminière», par exemple, dont les transports en 1918

étaient effectués par les moyens les plus primitifs, des caravanes de porteurs faisant les 140 km. de trajet de Charleville à Tchikapa et des piroges à pagayeurs quand le fleuve le permettait, a obtenu une première réduction dans le prix des trans ports par l'installation en 1921 de camions de trois tonnes, trainés par 18 à 20 bœufs. Ensuite les automobiles d'une tonne sont venues ; en même temps, cette Societé a mis en service sur le Kassai des remorqueurs à faible tirant, grâce auxquels il a été possible de remplacer, presque totalment, le transport par pirogue. La «Forminière» a aujourd'hui un service de 42 petites camionnettes. Evidemment, tout cet outillage de transport mécanique nécessitait la création de routes bien conditionnées et l'établissement, pour le passage des fleuves, de ponts ou bacs transporteurs.

De Charleville à Makimbi, le terrain étant sablonneux, il était impossible de transporter plus de 800 k. par camionnette. On s'imagine les pertes qui résultaient de ce fait lorsqu'il s'agissait de transporter jusqu'a 300 T. par mois sur un parcours de 100 km. La consommation en essence et en lubrifiants, ainsi que l'entretien des camionnettes, sont devenus tellement couteux qu'on a construit un chemin de fer entre ces deux points, le service y étant assuré par des locomotives brulant du bois.

L'anneè courante, la «Forminière», dans le but de réaliser des économies de main d'œuvre, va employer le charbon de bois comme combustible, en remplacement du bois, et des moyens de chargement mécaniques. L'économie qui en résultera est très grande. Il suffit de dire que l'emploi du charbon, permettant de supprimer les coupes de bois, libérera pour d'autres occupations 2.600 indigènes.

En outre, si l'on compare le nombre d'hommes nécessaires pour charger un tender et le temps pris a faire ce chargement, on voit que, au lieu de six hommes pour le bois, on n'a besoin que de trois pour le charbon. Et le temps de chargement, que pour le bois est de 30 minutes, est reduit a 15 minutes avec le charbon. L'économie de main d'œuvre qui en resulte est de 95 pour 100.

En 1920, il n'y avait presque pas de routes carrossables. Cinq anneés après, 1.200 km. de routes sont construits.

Dans les lignes de la Régie, le chargement à main des trains a été remplacé par le chargement automatique, ce qui a permis

de réduire à quatre hommes les dix hommes qui composaient l'équipe d'un train. Le matériel roulant vient d'être muni d'un systeme d'attelage automatique, dans le but de diminuer le personnel indigène dans la formation des trains.

Encore, dans le même ordre d'idées, on va creer une centrale hydroélectrique de 500 HP. qui rendra libres 400 coupeurs de bois et 80 chauffeurs et mécaniciens.

L'Union Minière procède progressivement à l'équipement de chaudières au charbon pulverisé, ce qui va lui permettre de libérer 200 indigènes, travaillant actuellement aux chaufferies; d'utiliser les «fines» du charbonnage de la Luena, et de libérer plus de 700 indigènes travaillant actuellement aux coupes de bois.

La Societé des Huileries du Congo Belge envoie déjà les fruits des palmes à l'usine par des moyens mécaniques: chemin de fer ou bateau. Mais dans le but d'économiser encore de la main d'œuvre, les fruits sont envoyés en vracs, d'où une considérable économie dans le transport. Il suffit de dire que sur le Chemin de Fer Matadi-Kinshaha, l'introduction très prochaine du transports en vracs par rails soulagera le chemin de fer du transport annuel de 36.000 fûts de 500 l. chacun.

On a fait des études comparatives très serieuses sur le prix de revient de la T. kilometrique par differents moyens de transport: camions à essence, camions à gaz pauvre, chemin de fer à voies etroites, roadrails, etc., le tout dans le but de réduire au minimum les charges des transports et la quantité de main d'œuvre à employer.

Il serait facile de montrer, en peu de mots aussi, le travail intensif que les français et les hollandais exécutent dans leurs colonies et le rôle si important que leurs ingénieurs ont dans cette œuvre.

Mais il nous semble que la thèse que nous nous sommes proposés de présenter est largement demontrée déjà.

Pour un pays comme le nôtre, d'une population métropolitaine de 6 a 7 millions à peine, et dont, conséquemment, les ressources en hommes son très limitées, avec un empire qui fait du Portugal la troixième puissance coloniale, et où le problème de la main d'œuvre se présente déjà en plusieurs cir-

constances, il est évident qu'il nous faut industrialiser de plus en plus, et le plus vite possible, l'exploitation du sol et sous-sol de nos colonies, de façon à la rendre plus rapide, plus facile et meilleur marché.

De nouveau la lutte se prépare, et sa violence dépassera certainement, de beaucoup, celle de la guerre d'où le monde vient à peine de sortir.

Il faut que nous soyons préparés. La victoire appartiendra à ceux qui sauront l'être. Avec ou sans guerre, les peuples arrierés sont destinés à succomber les uns après les autres.

Les colonies portugaises sont toutes susceptibles d'un large avenir.

L'industrie des conserves de poissons, par exemple, pourrait prendre dans nos colonies de Angola et Cap Vert un énorme développement. La mer, très poissonneuse, ne manquerait pas avec la matière première la plus variée. Cette industrie est tout à fait à l'état embryonnaire, les pecheurs se limitant à préparer, assez mal d'ailleurs, du poisson pour vendre aux indigènes. Cette preparation est si imparfaite que toutes les compagnies coloniales savent bien qu'il n'y a pas un seul chargement dont on ne soit pas forcé d'inutiliser une bonne partie. Une préparation soignée augmenterait considérablement le valeur de la marchandise.

Angola, S. Thomè, le Congo belge, la Guinée, l'Afrique occidentale française, la Sierre Leone, la Côte d'Or et l'Afrique du Sud constitueraient des marchés de premier ordre pour cette industrie. Mais il faudrait qu'elle fut organisée sous une orientation scientifique qui lui a complement manqué jusqu'à présent.

La Guinée est, elle toute, d'une richesse agricole remarquable. Servie par un réseau fluviale et maritime très développè, les transports y sont complétement assurés de la façon la plus économique. Les terrains d'humus y abondent ; l'eau potable ne manque nulle part ; partout, les palmiers (Ellocis Guinensis) par millions. Si l'on tient en considération que la production annuelle de chaque palmier est de environ 4 k. d'huile et 8 k. de coco, on peut bien évaluer l'énorme richesse que cela représente.

Que faudrait-il alors? Des capitaux, et plus encore une orientation scientifique dans les exploitations. C'est le rôle des ingénieurs. Et tout le travail qui soit entrepris sans une forte préparation technique, ne représente qu'une perte de temps, d'argent et d'opportunité.

Il faut que nous, les portugais, nous nous mettions bien dans la tête que cette préparation technique a été la principale raison des succés coloniaux d'autres pays, et des notres aussi, d'ailleurs.

S. Thomè en est bien la preuve. Ses instalations son modelaires. Et tout le monde connait la haute cotation du cacao de S. Thomè sur les marchés européens.

Angola, dont on a tant parlé dernièrement, et si souvent, d'ailleurs, avec une si grande injustice, est une des plus riches contrées du monde. Sa grande diversité de climats, suivant les latitudes et aussi les altitudes, permet les cultures les plus variées, depuis les cultures tropicales sur la rive gauche du Congo et à l'enclave de Cabinda, jusqu'aux fruits d'Europe à Mossamedes.

Le blé trouve, dans les vastes terrains des plateaux, un champ magnifique ; le coton vit admirablement à Malange. Le tabac, n'attend qu'une orientation scientifique dans sa culture. Les palmiers laissent en plusieurs endroits pourrir par terre leurs fruits si riches, par manque d'usines d'éxtraction de l'huile de palme et de coconote. Partout, des plaines immenses, des forêts riches en bois les plus variés, qui n'attendent qu'à être exploitées.

Angola possède déjà plusieurs milliers de kilométres de routes carrossables. Mais combien de milliers d'autres à construire encore !

Dans le Mayombe portugais on trouve des forêts vierges où les bois les plus couteux abondent ; ils auraient sur les marchés d'Europe un débouché très rémunérateur. Mais il faut ouvrir les routes, il faut arracher les arbres, il faut les scier, il faut les transporter.

Les transports ne sont pas couteux, étant donné le réseau fluviale qui sert la region de Cabinda ; monter une scierie, même en pleine brousse, ce ne serait pas difficile ; des capitaux, ils n'auraient pas bessoin d'être très grands pour monter une exploitation forêstière. Ce qui manque, ce qui a presque

toujours manqué jusqu'à présent, c'est la préparation technique de ceux qui veulent l'entreprendre.

Ce n'est pas facile d'être un bon ingénieur forêstier. Une route à construire c'est toute une serie de problèmes qu'il faut resoudre pour que les transports par cette route soient les plus faciles et les moins couteux possible. Arracher un arbre? Il faut savoir le faire pour que le travail soit rapide et bien terminé. Ce n'est pas une chose que tout le monde sache faire a priori. La preuve en est que le Gouvernement belge a ouvert, il y a bien peu de temps, un concours, avec primes, pour le constructeur qui présentat un meilleur appareil pour arracher les arbres au Congo. Dans toutes les exploitations, quel que soit leur but, sol ou sous-sol, le défrichage du terrain est essentiel.

Angola peut produire d'énormes quantités de canne à sucre, de maïs, de fibres, de café et de cautchouc. Les cultures du thé, du lin et du cacao y semblent possibles aussi en certaines régions.

Les richesses du sous-sol sont énormes, à ce qu'il parait. On exploite déjà les diamants; on va exploiter le cuivre et le charbon; et le pétrole, pour le quel on procède à de serieuses recherches, semble pouvoir devenir une des plus intéressantes possibilités de la colonie.

L'élevage du bétail, scientifiquement organisé, peut faire de l'Angola le fournisseur de toute la South Afrique, du Congo et même du Portugal.

Les ressources agricoles et minières de Moçambique sont universellement connues. Sur les rives du Zambeze, du Pungue et du Buzi au centre de la colonie, à Inhambane, Gaza et Lourenço Marques au sud, et à Angoche, Moçambique et Nyassa au nord, des centaines de milliers d'hectares sont déjà en pleine exploitation; dans le district de Lourenço Marques, une grande entreprise sucrière a été crée par les mêmes que quelques années avant avaient constitué la Inhambane Sugar Estates, dans le district de Inhambane; quatre autres grandes fabriques sont exploitées par la Sena Sugar Factory et par la Compagnie du Buzi, sur les bords du Buzi et du Zambeze. L'élevage du bétail est fait en grande échelle, surtout par les Compagnies de Mozambique et de Zambezia; les plantations de sizal de ces deux Compagnies et celle de la Compagnie du

Borôr et de la Societé du Lugela grandissent tous les ans; la Compagnie du Borôr possède plus d'un million de cocotiers dans une de ses plantations, la plus grande du monde; les plantations de tabac, coton et sizal de la Compagnie Zambezia occupent plusieurs centaines d'hectares; la region d'Angoche, dont l'exploitation on peut dire être encore à son premier stage, semble offrir de très intéressantes perspectives; Porto Amelia, dans les territoires de la Compagnie du Nyassa, est un des meilleurs ports de l'Afrique orientale, quelque chose comme celui de Lobito pour la côte occidentale africaine; il semble avoir du pétrole dans la plaine de Inhangela, dans le district de Inhambane; les oleagineux sont une des grandes richesses de la colonie, et leur exploitation est très loin encore d'atteindre le développement dont elle est susceptible; il y a des gisements miniers très importants dans les territoires des Compagnies de Zambezia, de Moçambique et de Nyassa.

Avec la fecondité de son sol, les possibilités de son sous-sol et les ports qu'elle possède, parmi lesquels Lourenço Marques (Delagoa Bay), occupe une place si important dans l'économie de l'Union Sud Africaine, Moçambique est destiné à un large et prospère avenir.

Timor, notre petite colonie de l'Oceanie, est aussi très intéressante. Le café, les palmiers, le riz, le coton, le tabac et la canne à sucre, sont les cultures principales. On procède à des essais de plantations de cacao et à l'élevage du bétail.

Que de travail à faire encore dans toutes ces colonies, où l'on peut dire que la besogne n'est que ébauchée à peine!

On a beaucoup fait déjà, il est vrai. Mais il est bien triste de constater que presque toutes les grandes entreprises sont dirigées par des techniciens étrangers! Il es bien rare de rencontrer un ingénieur portugais à la tête d'une entreprise coloniale dans les colonies... portugaises. Manque de patriotisme? Non. A ceux qui travaillent aux colonies, y risquant tous les jours leur vie et leurs capitaux, on ne pourra jamais leur faire une telle acusation. La raison est uniquement dans le manque de personnel technique portugais qui veuille se dédier aux exploitations dans les colonies.

L'éducation *coloniale* des ingénieurs n'existe pas encore chez nous.

Nous ne savons pas ce qui se passe dans les colonies espagnoles car le peu de temps dont nous avons pu disposer n'a pas été suffisant pour obtenir des renseignements à ce sujet. Mais quelle que soit la situation pour les colonies espagnoles, le monde est si grand et on y a tant à faire, que partout où une activité consciente et illustrée se presente, elle sera bien accueillie. Les ingénieurs espagnols, électriciens, agricoles, forêstiers, miniers, ou des ponts et chaussées, pourront trouver toujours dans les colonies espagnoles ou d'un autre pays, un débouchè presque sans limites. La place que les ingénieurs et contremaîtres anglais ont conquerie dans le monde entier ne provient que de leur préparation especialement dirigée vers les exploitations coloniales.

Quel champ magnifique pour l'activité de l'ingénieur! Montage d'usines de transformation des produits les plus variés; instalations électriques, centrales, lignes de transport et distribution, etc., ; transports fluviaux dans les conditions les plus diverses; construction de routes, de ponts, de magasins, de maisons, etc.; exploitations agricoles, forestières et minières. Quel vaste champ pour toutes les branches de la science d'ingénieur!

Le travail ne manquera pas; travail intensif, pour lequel toutes les heures de la vie suffiront à peine. Tous les jours de nouveaux problèmes se présentent dans ces pays, où la nature a été si prodigue à offrir à l'humanité des richesses inouïes.

Seule l'application progressive de la science peut réaliser cette œuvre gigantesque. Tout y est à faire et ceux qui, sans peur de l'avenir et en connaisance de cause, se mettent bravement à la besogne, sont sûrs de réussir.

Ce grand esprit de nos jours, Ford, dont l'exemple au travail est des plus brillants, dit, dans un livre à propos de son œuvre, quelques môts qu'il serait bien utile d'afficher dans toutes les écoles:

1. *Quand on a peur de l'avenir, quand on craint un échec, on limite ses éfforts. Un échec n'est que l'occasion de renouveler une tentative avec plus de sagesse. Il n'y a pas de honte dans un échec honorable. La honte c'est d'avoir peur d'échouer.*

2. *Regarder toujours devant soi, penser sans cesse à de*

nouvelles tentatives, cela crée un état d'esprit qui rend toutes chosses possibles.

3. *Les emplois ne manqueront jamais pour les hommes capables. Un homme de valeur est celui qui est capable de realiser.*

J'aimerais bien voir ces paroles et les idées qu'elles représent, gravées bien profondement dans les cerveaux et dans les cœurs de tous les eleves de nos écoles pour leur donner la confiance en eux-mêmes, la foi dans l'avenir, le nerf et la résistance, qui sont les conditions indispensables du succès dans la vie.

La science a encore beaucoup à faire dans ce terrain. Tous les jours on découvre de nouvelles matières premières dont il faut chercher et perfectionner l'utilisation ; de nouveaux problèmes de mécanique surgissent ; de nouvelles applications pratiques de la sicence, à l'étude desquelles les ingénieurs de toutes les branches sont appelés.

VOEUX PROPOSES

L'exploitation des pays coloniaux occupant une place chaque jour plus importante dans l'économie mondiale, nous avons l'honneur de vous proposer d'approuver les voeux suivants :

1. Que, dans les futurs Congrès conjoints des Associations Espagnole et Portugaise pour le Progrès des Sciences, une section soit especialement dediée aux travaux dans les colonies. Des memoires devront être presentés sur des utilisations nouvelles des matières premières coloniales, ameliorations introduites ou à introduire dans leur traitement actuel, etc.

2. Que, soit dans les écoles techniques élementaires, soit dans les écoles techniques superieures, une attention speciale soit donnée à l'application, dans les colonies, de toutes les connaisances y enseignées, et cela pour toutes les branches de la science de l'ingénieur, industrièlle, minière, forestière et agricole.

A cet effet, les professeurs dédieront chaque année un certain nombre de leçons à l'étude des matières premières d'origine coloniale et leur transformation.

Les professeurs chercheront à exemplifier la matière enseignée par des visites : *a)* A des jardins coloniaux, où les eleves

puissent apprendre à connaitre les richesses forestières et agricoles des colonies ; *b)* A des musées de mineralogie où les minerais des contrées éxotiques occupent déjà une si grande place ; *c) A* des usines de transformation des produits coloniaux, pour donner aux éleves la notion de l'utilité pratique des matières enseignées, etc.

Les projections cinématographiques auront une place importante dans cet enseignement.

A ce propos, il est peut être utile de signaler que les colonies anglaises usent les films comme un des moyens les plus puissants de leur propagande. Le Gouvernement de l'Australie, par exemple, offre gratuitement au public tous les après-midi des séances très intéressantes dans sa magnifique installation de Australia House, sur le Strand, à Londres.

Et une importante expedition cinematographique, avec le concours du Ministère des Colonies et des autorités locales, se dirigera sous peu vers le Congo Belge.

Elle y réalisera une série de films, dont le premier sera la reconstitution de l'exploration fait par Stanley, en 1875. Ce film será présenté a l'occasion du 40e anniversaire de la fondation de l'État Independant du Congo, et les meilleurs artistes du Cine sont appelés à y «tourner» les principaux rôles.

On crée ainsi dans le peuple belge le «sentiment colonial», sans lequel in n'y a pas, il ne peut pas avoir, de «pays coloniaux».

3. Il serait à souhaiter que l'on facilitat aux meilleurs éleves des écoles techniques élementaires et superieures, la visite, pendant la periode scolaire, et accompagnés de leurs professeurs, d'une colonie, tout au moins. Le goût pour les entreprises coloniales se développerait ainsi plus facilement.

Pour les professeurs aussi, ces visites seraient très utiles.

Tout cela, qu'il s'agisse de simples ouvriers ou de futurs directeurs de grandes entreprises, servira pour leur montrer l'oeuvre gigantesque que l'humanité a encore à realiser, et qu'un seul moyen existe pour la mener à bout : le travail ; un travail persévérant, intelligent et honnête.

Car, s'il est vrai, comme dit Pasteur, que, de tous les peu-

ples, les plus grands seront toujours ceux qui se distingueront le plus par l'intelligence et la pensée, il est vrai aussi que l'avantage restera â ceux qui sauront, avec une plus parfaite connaissance des secrets de la science, en réaliser plus heureusement les applications pratiques.

Mai, 1925.

A MATEMÁTICA EM PORTUGAL NO PRINCIPIO DO SÉCULO XIX [1]

POR

L. WOODHOUSE

PROFESSOR DA UNIVERSIDADE DO PORTO

(Sesión del 15 de junio de 1925.)

MEUS SENHORES:

Não é sem uma emoção intensamente sentida que venho aqui hoje para dar cumprimento ao meu mandato.

Ao levantar a voz nesta quadra da velha Universidade de Coimbra, á imaginação me acodem todas essas recordações que tam profundos traços abrem no coração de quantos nesta linda terra do sonho, plena de encantos, viram decorrer os tempos d'outrora, descuidados e felizes, os tempos inolvidaveis da sua mocidade distante.

Deixar-me absorver por momentos na ilusão ridente de que revivem esses serenos dias passados, evocar com pungentes saudades tantas imagens dispersas e queridas... como isso é natural! como é humano!

Mas afastados estes devaneios da fantasia, ao acordar para a realidade, eu reconheço que as minhas palavras teêm de ser, primeiro que tudo, palavras de carinho e de gratidão para esta gloriosa escola—*alma mater*—próvida mãe espiritual, nunca esquecida, por cuja prosperidade eu faço os mais sinceros votos.

Nesta Universidade, fonte do pensamento português, á qual me prende enternecido afecto filial, segui o meu curso, porisso o coração me impõe o grato dever de recordar quanto ela auxi-

---

(1) Esta conferencia constituyó el discurso inaugural de la Sección de Ciencias Matemáticas del Conngreso de Coimbra.

liou a formação do meu espirito, quanto devo aos meus antigos mestres, alguns figuras prestigiosas da sciencia, quase todos desaparecidos, que benévolos me dispensaram proveitosos conselhos e incutiram na alma o alento e estimulo que me permitiram levar a termo, com algum exito, o curso que aqui vim procurar.

Dois destes, cuja vida Deus permita que se prolongue ainda por largos anos, aqui os venho encontrar: são os dois venerandos e distintos vultos do alto professorado da nossa terra, snres. doutores Julio Henriques e Souto Rodrigues.

A ambos envio as minhas respeitosas saudações.

E cumprido este devêr, outro se impõe: manifestar aos estimados hóspedes de hoje o nosso apreço e a nossa justificada simpatia.

Mais de uma vêz me tenho encontrado a trabalhar de colaboração com professores da nobre Espanha, e desse convívio, embora rápido, me ficaram, como a outros ficaram tambem, fundas e perduraveis impressões.

A sua alta cultura, a afabilidade e a franqueza com que na sua pátria nos teem acolhido conquistaram a nossa admiração, a nossa estima, o nosso reconhecimento.

Nos presentes eu saúdo, lamentando a falta de outros cujas relações muito aprecio, com sincera admiração, a sciencia espanhola.

* * *

Não vae longe o tempo em que, perdidas velhas tradições dum intercâmbio que levara ás cátedras da universidade salmantina mestres portuguêses e para Coimbra trouxera outros daquele afamado centro de cultura scientífica, um afastamento tam completo como injustificado profundamente separava a vida intelectual de duas pátrias pelas quais se reparte a vasta peninsula ibérica.

São decorridos porém alguns anos desde que um rasgado e franco movimento de simpatia se tem levantado contra este isolamento que a inércia ía indefinidamente prolongando, e hoje os dois povos, herdeiros de tradições gloriosíssimas, nas quais se divisa um comum esforço civilizador, servindo o mesmo ideal e acalentado pela mesma fé religiosa, querem e procuram aproximar-se e conhecer-se.

Constatada esta nova fase das nossas relações, seria injustiça desconhecer quanto, para atingi-la, se deve á actividade e á iniciativa das Associações para o Progresso das Sciencias, espanhola e portuguêsa.

Aproveitar, por conseguinte, estes momentos de convívio para dar aos nossos vizinhos e auxiliares nesta obra de cooperação intelectual, hoje nossos hóspedes, cualquer noticia que possa fixar impressões, embora ligeiras, do nosso movimento scientífico, quer no presente, quer no passado, parece-me ser empreza não de todo vã, mas antes perfeitamente concorde com a finalidade das nossas Associações.

Tais foram os motivos que me levaram, em outras ocasiões análogas a tratar primeiro, em concisas palavras, da organização actual do nosso ensino matemático universitário, proporcionando aos nossos vizinhos o conhecimento aproximado dos nossos progressos e porventura de algumas das nossas aspirações e, mais tarde, a traçar algumas linhas do quadro interessante dos primeiros anos do notavel período do renascimento das sciencias exactas em Portugal no crepúsculo do século XVIII.

Consintam-me hoje, meus senhores, que—obedecendo mais uma vêz aos mesmos intuitos, e animado sempre pelo natural sentimento de amôr ás nossas coisas, tantas vêzes descuradas ou diminuidas—eu ceda ao impulso que me convida a continuar a realização deste acto de justiça : erguer do esquecimento e trazer para a clara luz do día alguma coisa do labôr esquecido, do esforço e do engenho, muitas vezes inegavel, de um grupo de homens que pertenceram a uma geração que não merece o quase total olvido em que caíu no seu próprio país, nem o desconhecimento absoluto que a seu respeito existe entre estranhos.

Desta maneira se completará o que, em outra ocasião, embora imperfeitamente, deixei esboçado.

A par desse quadro, outrora delineado com traços porventura frouxos e apagado colorido, mas que recorda uma ridente vida nova plena de promessas surgindo inesperada e que se intensificava desde a reforma dos estudos matemáticos, ao entardecer do século XVIII, até que ele espira, se colocará agora est'outro, o de uma vida scientífica que, activa no principio do século XIX, havia atingido o apogeu e ia já declinando para de todo se extinguir dentro de poucos anos, entorpecida primeiro e finalmente aniquilada sob a pressão de acontecimentos que

profundamente abalaram a sociedade portuguêsa, estancando-lhe por completo as fontes vivas de toda as energias vitais.

Abrangem os dois esboços a actividade de algumas poucas décadas, período curto, mas não falho de interesse.

Eu creio, portanto, meus senhores, que, se quizerem ter a condescendencia de me acompanhar na jornada que vou empreender—e farei curta—através das páginas amarelecidas de alguns velhos tomos, uma e outra observação, pelo caminho, iremos fazendo que nos permitirão adquirir o convencimento de que, se a cultura matemática desses dias não atingiu entre nós o brilho intenso e o forte relevo que, por esse mesmo tempo, alcançava na França, na Alemanha, na Italia e na Inglaterra, se apenas de longe e modestamente um limitado grupo de geómetras portuguêses acompanhava esse notavel impulso construtivo, algum valor revela todavia o sua acçao, e não merecem o total abandono em que se afundaram os nomes de não poucos homens cujos trabalhos contribuiram para honrar o pensamento português.

* * *

Se intentarmos seguir a evolução dos conhecimentos matemáticos no nosso país desde os tempos remotos, em que a custo se descortinan apenas alguns ténues vestigios deste ramo do saber, até aos tempos modernos, convirá, dentro deste extenso período, que se espraia por cinco séculos de historia pátria, isolar e delimitar algumas épocas distintas mais ou menos interessantes.

A' primeira se poderá marcar principio pelos derradeiros anos do século XIV para terminar quando é remodelada a Universidade portuguêsa na ocasião da sua transferencia de Lisboa para Coimbra em 1537, reinando D. João III.

E' o período da sciencia balbuciante, rudimentar, cultivada com fins naturalmente utilitários, adulterada pelos preconceitos e quimeras nesse tempo dominantes.

Ajusta-se este período aos primeiros tempos das descobertas e das conquistas, quando no país acordava o génio empreendedor, irrequieto e indagador dos primeiros nautas que se propunham descortinar o que por ventura se ocultaria para além do oceano das bandas do ocidente, ou reconhecer até onde se prolongaria a costa negra, explorada até então a curta distan-

cia e defendida pelas trevas que a fantasia ardente e a imaginação fecunda dos homens do már criavam e povoavam de entidades misteriosas com cujo poder hostil seria necessario arcar.

Ao espirito superior e culto do Grande Infante estava destinada a gloriosa missão de contribuir scientificamente para a solução desse problema interessantíssimo da descoberta das terras ignotas.

E na escola de Sagres, colhendo informações mais ou menos vagas que o seu espirito reflectido depurava, e valorizando os meios de que dispunha, organiza os trabalhos e dá alento as iniciativas.

A arte de navegar devia pois merecer cuidados particulares e constantes.

Ora os conhecimentos náuticos não podiam prescindir de rudimentares conhecimentos astronómicos e matemáticos.

Esta cultura comprimia-se se porém dentro de moldes estreitos, quase sempre conspurcada por preconceitos e fantasias.

O cosmógrafo repartia a sua atenção pelos horóscopos quiméricos e pelos problemas úteis.

A astrologia, que então gosava de alto favôr e incontestado crédito, intervinha até com autoridade em actos oficiais importantes, como aconteceu em 1433, por ocasião da aclamação de El-Rei D. Duarte, quando ao cosmógrafo judeu se afigurou descobrir no céu presságios funestos e que, na verdade, mais tarde—notavel coincidencia—acontecimentos futuros haviam de confirmar.

Não obstante estas impurezas que maculavan a sciencia do tempo, o impulso dado a navegação, e que se reflecte nas sciencias correlativas, não afrouxa.

Ao caír do século XV ficava aberto o caminho marítimo da India, empreza grandiosa, que não poderia ter realidade, alheiada de conhecimentos náuticos e astronómicos, cujo progresso jamais fora desacompanhado em Portugal desde a iniciativa fecunda de D. Henrique.

Por estes tempos, é criada por D. João II a Junta de Matemáticos e Astrónomos que cultiva e aperfeiçoa a sciencia herdada e da qual fez parte o celebre judeu Zacuto, professor salmantino, cujos estudos e trabalhos serviram de base ao cálculo dos regimentos náuticos dos quais os pilotos se utilizavam.

Em resumo, durante estes anos propícios o espirito aven-

tureiro da grei, apoiado em bases scientíficas, embora infiltradas pelos prejuizos astrólogicos correntes, dá cumprimento a uma missão extraordinária e as sciencias matemáticas e astronómicas realizam apreciáveis progressos.

Passemos ao segundo período do desenvolvimento da matemática em Portugal, durante o qual os conhecimentos mais se libertam de preconceitos, as quimeras se vão dissipando e a sciencia pura se afirma notavelmente.

E' neste período que se destaca uma figura de estranho relêvo: Pedro Nunes, o notavel e possivelmente o único algebrista das Espanhas.

Nasce este geómetra de preclaro engenho, vulto eminente da sciencia, no ano de 1502 e, contráriamente ao que a tantos homens de valor invulgar tem acontecido, os seus trabalhos scientíficos foram, durante a sua vida, apreciados e os seus serviços aproveitados e remunerados.

Foi cosmógrafo de El-Rei D. João III e a sua reconhecida competencia conquistou-lhe uma cadeira na Universidade, que então tinha a sua séde em Lisboa e teve-a depois em Coimbra, quando em 1537 os Estudos Gerais foram transferidos da capital para esta última cidade. Aqui, com singular brilho, professou a sciencia matemática do tempo, depois do seu regresso de Salamanca, nesses dias, luminoso centro de larga e merecida fama.

Não foi Pedro Nunes um simples cosmógrafo, como o fôram outros, aos quais interessava apenas o aspecto utilitário das aplicações astronómicas á arte de navegar. Dela se ocupa com singular elevação, porventura superior ás necessidades e á cultura rude dos simples pilotos.

No seu tratado de álgebra expõe as recentes conquistas deste ramo da análise, então nascente, e discute e critica as soluções que a álgebra da Renascença tinha realizado.

Pedro Nunes deixou discipulos de certo merecimento; alguns honraram o mestre, mas a sua escola pouco lhe sobreviveu.

Depois da malfadada jornada d'Africa, em que El-Rei D. Sebastião perece, a pátria entra na agonia.

Tudo se amesquinha, tudo se corrompe e a alma nacional deixa-se esmagar pela fatalidade que a subjuga. Dissolvem-se todas as energias, e com élas e sciencia nascente dissolve-se tambem. Inaugura-se então um período tenebroso que lento se irá arrastando até final do século XVIII.

Raros são os nomes que, durante o perpassar de tam largos anos, se divisam merecedores de registo no campo das sciencias matemáticas, cujo ensino denuncia tambem igual penúria e o mesmo abandono.

E' certo que no quadro dos estudos da Universidade reorganizada, na ocasião da sua transferencia para Coimbra, eram incluidas cadeiras onde seriam lidas a geometria de Euclides e a teoría dos planetas; mas o pouco favôr de que taís conhecimentos gozavam, o desprestígio que os fizera relegar para plano secundário, afastaram ouvintes o desinteressaram mestres, acontecendo que estas cadeiras se conservaram por vêzes abandonadas durante largos períodos.

Deixemos portanto esta época de prolongada e dolorosa decadencia, época pobre e estéril, e transpondo todo o século XVII, e grande parte do século XVIII, atinjamos o fim de tam emsombrado período, por completo destituido de interesse.

* * *

Chegamos á era de 1772. Depois de largos anos de trevas e de entorpecimento, durante os quais a cultura matemática se debatera amesquinhada, ilumina-se finalmente o horizonte e uma salutar reacção se opéra. Fôra confiado o poder a um estadista de não vulgar envergadura, com notórios defeitos, mas enérgico, a quem se deve o alto serviço de concorrer eficazmente para o levantamento das sciencias exactas em Portugal. Esse homem notavel, o marquês de Pombal, teve a fortuna e a habilidade de encontrar e chamar a sí colaboradores competentíssimos que lhe permitiram realizar uma reforma da Universidade de Coimbra que valorizou o ensino das sciencias naturais e das sciencias matemáticas.

Eu arredar-me-ía por certo, e muito, do meu programa se, neste momento, cedesse a tentação deveras sedutora de aproveitar o ensejo o me detivesse alguns momentos a falar da organização previdente e minuciosa dos estudos na Universidade renascida em 1772, se procurasse confronta-la com outras remodelações menos cuidadas e menos ponderadas que mais tarde entre nós se realizaram. Esse confronto seria interessante e seria elucidativo, mas eu não devo quebrar o compromisso tomado de ser breve, afastando-me para tam longe do meu assunto. Recordarei apenas que a parte do estatuto consagrada ás sciencias

exactas se deve á sábia orientação organizadora do célebre matemático português José Monteiro da Rocha, um dos primeiros e dos mais notaveis mestres da nova Faculdade de Matemática da Universidade reformada.

Dele pouco direi. Tambem ficará na penumbra outra individualidade relevante desta época: José Anastacio da Cunha, espirito sagaz e, como aquêle, professor da Universidade, embora durante curto período, seguidamente á reforma pombalina.

A análise da obra de um e de outro levar-me-ía para álem do campo de investigação, cujos limites eu ha pouco tracei.

De resto, este estudo está proficientemente feito por uma grande autoridade. Que poderia eu acrescentar ás notas e comentários com que são arrancadas da sombra e analisados pelo sábio mestre e meu querido amigo Dr. Gomes Teixeira estas duas figuras prestigiosas duma época interessante?

Doutros falarei, porventura de menos larga envergadura, mas que tambem cultivaram as matemáticas com apreciavel exito na alvorada do século XIX.

E' certo que, para acumular elementos de informação que permitissem avaliar com plena segurança a actividade scientífica revelada durante estes anos e traçar dela um quadro que pretendesse ser completo, seria mister examinar ampla e minuciosamente tudo quanto podesse ilucidar-me, dentro e fóra das escolas e das colectividades destinadas á investigação scientífica.

Na imposibilidade de a tudo isto recorrer para este despretencioso estudo, que importa seja ligeiro, tomarei como indice, o qual aliás julgo bem valioso e suficientemente elucidativo, a exemplo do que em outra ocasião tambem pratiquei, a actividade scientífica cuja documentação se acumula em publicações que refletem a vida duma corporação, fundada seguidamente á reorganização da Universidade e na qual é licito esperar vêr concentrados os valores scientíficos da época.

Refiro-me á Academia Real das Sciencias, fundada em 1779, e ás suas memórias.

Aos primeiros trabalhos publicados até fim de século XVIII farei leve referencia, pois que neste momento vou ocupar-me principalmente do labôr scientífico que se encontra disperso pelos volumes das Memórias da Academia publicados desde o principio do século XIX.

* * *

Entre os nomes que subscrevem os primeiros e mais apreciaveis trabalhos académicos do fim do século XVIII avulta um : José Monteiro da Rocha, e entre os ensaios por ele publicados destacarei os seguintes :

Uma memória que versa têma geométrico. Nela se resolve, por métodos rigorosos e por métodos aproximados, o problema do cálculo do volume de um sólido de revolução cuja fórma corresponde á fórma dos toneis.

Outra memória sobre astronomia. Trata *do Problema do cálculo das órbitas dos cometas.*

Este trabalho é um dos mais completos e mais notaveis deste geómetra. Expõe um método que tem por fim o cálculo dos elementos de uma órbita cometaria parabólica, apoiado em três observações. Notam-se fundas analogias com o conhecido método de Olbers, tendo este sido publicado posteriormente ao de Monteiro da Rocha. O trabalho do astrónomo português é de 1782 e o de Olbers foi publicado em 1797.

Stockler foi um dos académicos mais distintos do período do ressurgimento matemático nacional. Filósofo, pedagogista e matemático, é autor de numerosas publicações. Espero poder um dia tentar um estudo da obra desta individualidade interessante.

Entre os seus ensaios académicos encontro dois em que se versa o método das fluxões. A escola dos analistas inglêses, que durante muito tempo se isolara da escola continental, conservava ainda o prestígio que lhe infundiam alguns nomes consagrados.

Não admira pois que esse método tivesse ainda simpatias e preferencias entre geómetras portuguêses.

Em um destes trabalhos, Stockler afirma direitos de prioridade sobre ideias expostas e que, pela mesma ocasião, eram expendidas por Jacques Bernoulli em um trabalho publicado nos Anaes da Academia de Turin. Não o verifiquei, mas não me dispenso todavia de em breve investigar este caso.

E' tambem interessante outra memória em que se ocupa de *Funções simétricas o produtos infinitos,* na qual estuda certos desenvolvimentos em séries cujas somas efectua com um resultado que afirma não ser menos exacto do que aquele que Halley conseguira empregando fórmulas dadas em escritos publicados na revista *Philosophical Transactions.*

Travassos ocupa-se de mecânica. Publica uma memória sobre braquistócronas, determinando a sua equação quaisquer que sejam as forças solicitantes, tanto no vácuo como em meio resistente. Faz a critica de certas passagens da mecânica de Euler.

A José Maria Dantas Pereira se deve um curioso trabalho no qual encontro exposto um método para o cálculo das raizes fraccionarias e irracionais das equações algébricas, que coincide com o método de Horner, explanado nas álgebras inglêsas e publicado muito mais tarde.

A regra de Ruffini, auxiliar indispensavel do método de Horner, é substituida, no ensaio de Dantas Pereira, por outras regras, todas originais do geómetra português.

Alguns outros trabalhos, mais ou menos interessantes e valiosos, eu poderia acrescentar aos já citados; mas não sómente a eles me referi em outra ocasião, tambem é tempo de iniciar o estudo do primeiro quartel de século XIX, período que hoje principalmente me interessa.

Recordarei primeiro alguns nomes:
Francisco Simões Margiochi.
Mateus Valente do Couto.
Francisco de Paula Travassos.
Damoiseau de Monfort.
João Evangelista Torriani.
José Cordeiro Feio.
Manoel Pedro de Melo.

E folhearei agora as suas produções mais notaveis.

Começarei pelo *Cálculo das notações*.

São três as memórias que versam este assunto, subscritas por Margiochi, Valente do Couto e Travassos.

A teoria é apresentada e desenvolvida pelos dois primeiros, comentada e anotada pelo terceiro. Trata-se de formular, demonstrando-o á priori, um princípio basilar, geral e fecundo, o qual com facilidade permita estabelecer diversos teoremas de análise, embora complexos.

O plano é arrojado e á execução não é estranho nem o engenho nem alguma originalidade. Mas será atingido plenamente o fim proposto?

Recordarei primeiro os antecedentes do problema.

Encontraram os autores destes ensaios o motivo dos seus

estudos em uma conhecida observação de Leibnitz, feita por volta do ano de 1749, na qual se salienta a analogia das potencias com as diferenciais dos produtos e que, durante muito tempo, não despertou detida atenção aos geómetras.

Mais tarde, em 1772, em uma das suas memórias da Academia de Berlim, referindo-se ás mesmas analogias das potencias positivas e negativas com as diferenciais e os integrais, observa Lagrange que estas particularidades de cálculo mereciam ser cultivadas, pois que poderiam ocasionar descobertas úteis e importantes da análise.

Finalmente Laplace, ocupando-se um pouco do mesmo assunto, propõe um método directo e simples para as decobrir, método que, mais tarde, Lorgna mostrou não satisfazer, porquanto essas analogias eram apenas verificadas á *posteriori*.

Nestes termos se encontrava o problema quando os nossos geómetras, seduzidos por estas observações que proclamavam o interesse duma questão, para a qual todavia se não encontrara ainda solução satisfatória, quizeram tambem explora-la e resolve-la com os recursos do proprio engenho.

Eis a origem das três memórias. Vejamos agóra quais os resultados obtidos para resolver um problema, que tinha atualidade, estava longe de ser banal e se recomendava por nomes nimbados do maximo prestigio.

O primeiro que se ocupa do assunto é Margiochi, segue-se Valente do Couto e finalmente Travassos esclarece e anota a doutrina, apontando cuidados e restrições para que se evitem falsas aplicações.

Compreende-se de pronto que, tratando-se de um cálculo especial, tendo por objecto aplicar resultados formais estabelecidos por meio de regras demonstradas e expressos por símbolos de significado corrente, a outros resultados, por ventura não conhecidos, e de natureza absolutamente diversa, mas nos quais uma certa expressão formal pode resultar da primeira mediante uma diferente interpretação da notação empregada, não sómente esta tem de ser um elemento fundamental, mas importa ainda que um novo simbolismo convencional tenha de ser estabelecido, juntamente com princípios e regras, fixados no dominio duma superior abstracção.

A natação estabelece-a Margiochi adoptando os símbolos d. δ, $\int$, Δ, Σ, V e R representativos de diferencial, integral, dife-

rença e soma finita e o que ele designa por variação e restituição ao estado primitivo.

Observa em seguida que estes símbolos introduzidos no jogo do cálculo ordinario se comportam como se foram verdadeiras quantidades, elementos de operações, regidas pelas leis reguladoras do cálculo algébrico: as leis comutativa, associativa, etc.

É assim levado o autor a estabelecer que toda a equação em que entram os símbolos pode ser substituida por outra duma diversa ordem, puramente convencional, imagen abstracta de operações que importa executar.

Nesta equação, toda composta de símbolos representativos de operações, são êles tratados como se fossem quantidades. Atingido o resultado ultimo, passam a recuperar o significado natural e primitivo.

Não ha dúvida que tanto Margiochi como os outros dois geómetras citados, fazendo uso destes princípios e empregando este cálculo especial, estabelecem um grande número de fórmulas e de teoremas com aparente facilidade.

Assim, por exemplo, eis, em dois traços, o esquema de uma das demonstrações. Trata-se da fórmula de Taylor e parte-se da equação

$$V\,\varphi(x) = \varphi(x + \Delta x),$$

a qual dá logar a esta outra:

$$V\,\varphi(x) = (1 + \Delta)\,\varphi(x),$$

e depois a

$$V^n\,\varphi(x) = (1 + \Delta)^n\,\varphi(x),$$

da qual se passa para a equação puramente simbólica

$$V^n = (1 + \Delta)^n.$$

O desenvolvimento, segundo a lei de Newton, leva finalmente ao resultado que se pretendia obter.

Não me deterei a pôr em relêvo quanto esta simplicidade formal briga com o rigor e quantas dificuldades dissimula.

É todavía certo que, em principios do século XIX, quando esta demonstração era elaborada, e talvez muito depois, ainda se encontravam largamente espalhadas e aceites no ensino cor-

rente do nosso país, e até fóra dêle, outras demonstrações cujo valôr não lhe sobrelevava.

Em resumo, não obstante as anotações de Travassos que teêm por fim orientar-nos sobre o verdadeiro sentido do método, eu creio que, quem tivesse de o empregar o faria com natural hesitação.

O raciocinio, desde certo ponto, cede o seu primado para dar lugar ao trabalho inconsciente duma verdadeira engrenagem que poderá nem sempre inspirar confiança. Quando percorri estes trabalhos, aliás denunciativos de engenho e de originalidade, tive por vêzes a sensação de quem pairava no ár, entre névoas, perdidas as noções de altura e da direcção.

Margiochi, o primeiro dos autores citados ha pouço, nasceu em 1774 e foi aluno distinto da nova Faculdade de Matemática criada pela reforma pombalina. Teve vida movimentada, envolvendo-se, como tantos outros, nos acontecimentos políticos que resolveram o país no primeiro quartel do século XIX.

Pertenceu ao partido liberal e esteve emigrado en Inglaterra. Depois do triunfo da sua causa foram-lhe conferidas diversas distinções e ocupou na administração pública lugares importantes.

Espiritu culto, afeiçoado ás literaturas grega e latina, não desdenhava tambem as musas, cultivando a poesia a par da matemática, sciencia da sua predilecção.

Nas Memórias da Academia encontro, álem do trabalho ha pouco mencionado, um ensaio sobre mecânica, outro sobre os fundamentos da algoritmia e finalmente um extenso e apreciavel estudo sobre a teoria das equações.

Nos *Fundamentos da Algoritmia* são estudades os principios do cálculo algébrico.

A certa altura as demonstrações não são em absoluto rigorosas. Sofrem um pouco dos vicios do tempo. Isto não quere dizer que Margiochi não reconheça a necessidade de não descurar certas questões delicadas tais como a convergencia das séries, detendo-se principalmente no exame das séries ordenadas segundo potencias de uma variavel e, neste ponto, as suas reflexões são regularmente correctas.

Assim define série convergente aquela em que a soma dos *ultimos termos* é menor do que qualquer grandeza que se proponha. Se a expresão não é impecavel o decurso das demons-

trações denuncia haver certo rigor e justeza na pensamento do autôr.

E' todavia certo que a palavra *limite* jamais e utilizada em qualquer parte do trabalho, e não poucas vêzes o seu emprego teria plena oportunidade. Este estudo deve ter sido composto nos primeiros anos do século XIX.

Mais tarde Margiochi refundiu e ampliou alguns dos seus trabalhos quando os incluiu nas suas *Instituições Matemáticas*, compendio de conhecimentos, abrangendo análise e geometria.

Tive o cuidado de examinar se nesta obra Margiochi teria modificado a sua exposição no capitulo em que se ocupa da teoria das séries. Não o fêz. A exposição obedece ás mesmas normas e, nas demonstrações, é invariavelmente dispensada a intervenção expressa da doutrina dos limites.

Duas palavras agora sobre o trabalho consagrado á teoria das equações intitulado *Memória com o fim de provar que não podem ter fórmas de raizes as equações completas de grau superior ao 4.°*

Começa pela exposição da doutrina das funções simétricas.

Esta exposição merece alguns reparos, pois é fundada no emprego pouco legítimo da serie logarítmica.

A segunda parte é mais valiosa e mais interessante tambem.

Versa uma questão importante: a impossibilidade da resolução algébrica de equações de grau superior ao quarto.

Para este efeito Margiochi desenvolve previamente um método seu, inspirado nas doutrinas de Lagrange, em que a resolução da equação dada se torna dependente da resolução duma reduzida, cujas raizes são funções lineares das raizes da proposta e das raizes da unidade.

Este método uniforme e geral, aplicado a cubica, coincide em carta altura do seu desenvolvimento com o método de resolução de Lagrange. O mesmo acontece na sua aplicação á equação do quarto grau. Mas o mesmo método de resolução algébrica torna-se impossivel quando o grau ultrapassa o quarto e deste facto se deve inferir, segundo Margiochi, a impossibilidade da resolução por meio de qualquer outro, pois que duas quaisquer expressões esquemáticas, susceptiveis de representar as raizes das equações resoluveis algébricamente, ou são essencialmente as mesmas, ou, pelo menos, entre elas não ha contradição fundamental.

Não parece sustentavel este raciocínio e falha portanto o valor probante que o autor lhe atribue, sem embargo do ensaio de Margiochi ser apreciavel e interessante.

Mateus Valente do Couto frequentou, como quase todos os geómetras do seu tempo, a Universidade de Coimbra. Foi oficial da arma de engenharia e professor da Academia Real de Marinha e da Academia dos Guardas Marinhas. Alem dos trabalhos impressos por ordem da Academia das Sciencias publicou outros em revistas estrangeiras. Assim o seu estudo *Fórmulas para o cálculo das precessões*, apresentado á Royal Astronomical Society de Londres, foi impresso em resumo por ordem desta sociedade.

Entre as memórias que vieram a publico por iniciativa da Academia de Sciencias encontra-se o trabalho intitulado *Comparação das fórmulas tanto finitas como de variações finitas e infinitessimas dos triangulos esféricos e rectilineos*.

O plano deste estudo é como segue : primeiro obtem as séries do seno, coseno, tangente e cotangente, ordenadas segundo as potencias do arco.

Em seguida estabelece fórmulas para o cálculo de diferenças finitas, as quais aplica ao seno, ao coseno, etc. Feita esta preparação, segue-se a aplicação aos quatro grupos de fórmulas usadas na resolução dos triangulos esféricos e dos triangulos rectilineos, terminando por analisar os erros cometidos, dentro de dados limites, que resultam de supôr rectilineos os triangulos esféricos.

Os processos empregados para obter os desenvolvimentos en séries consistem em admitir a possibilidades desses desenvolvimentos, calculando em seguida os coeficientes pelo método dos coeficientes indeterminados.

Em outra memória, Mateus do Couto trata da dedução filosófica das operações algébricas.

Damoiseau de Monfort, oficial de marinha e adjunto do Observatorio da Academia de Marinha, publicou uma Memória extensa sobre as *Variações seculares dos elementos de Palas e de Céres*.

A pequena distancia destes planetas a Júpiter, a grande excentricidade e inclinação das suas órbitas provocam importantes desigualdades.

Pretende o autor do ensaio efectuar o desenvolvimento da

função perturbadora segundo as potencias e produtos das excentricidades, de maneira que se obtenha uma aproximação suficiente.

E claro que, para realizar o seu propósito, se vê obrigado a efectuar os extensos cálculos habituais neste género de análise. Para confirmar os resultados teóricos obtidos faz aplicações numéricas, calculando por meio das suas fórmulas os movimentos anuais dos perihelios de Palas e de Céres.

João Evengelista Torriani é tambem autor de um trabalho em que é dada uma expressão geral que abrange os teoremas de Newton sobre as potencias das raizes das equações algébricas. Trata-se das conhecidas fórmulas por meio das quais é possivel calcular as somas das potencias das raizes das equações algébricas em função dos seus coeficientes.

O autôr, deduzindo a sua fórmula geral, a qual comprende os casos de expoentes positivos e negativos, não sómente procura evitar raciocinios por indução, como igualmente dispensa o emprego, geralmente usado no seu tempo, de séries logarítmicas ou desenvolvimentos segundo a lei do binómio para expoente negativo. E fácil mostrar que os cálculos de Torriani se poderiam um pouco simplificar e abreviar. Nestas condições eu creio que a exposição do nosso autor poderia ser aproveitada com vantagem para o ensino.

Torriani tambem publicou uma memória sobre *Fórmulas de Wronsky para a resolução das equações*. Merece ser mencionada. Os trabalhos deste autôr tiveram, como se sabe, uma efémera, mas inegavel e intensa repercussão no mundo scientífico. Houve perante o seu alcance um movimento de hesitação.

A Academia das Sciencias, tendo noticia do opusculo publicado en 1812 por Wronsky, no qual este apresentava as fórmulas com as quais pretendia resolver o problema geral das equações algébricas, sem todavia as acompanhar da indispensavel prova, propôs a sua demonstração.

Torriani ocupou-se do problema, mas, reconhecendo a impossibilidade duma demonstração, aproveitou a oportunidade para salientar a insubsistencia da doutrina que é refutada no seu estudo. Torriani revela-se geómetra reflectido, capaz de uma análise funda de assuntos tam delicados como este.

E' um trabalho sem dúvida apreciavel. Torriani, pertenceu á arma de engenharia e foi professor da Academia de Marinha.

A maior parte das memórias e ensaios de que me tenho ocupado foram publicados até 1812. Depois começa a acentuar-se nova decadencia. São raros os trabalhos notaveis.

José Cordeiro Feyo, antigo professor da Escola Politécnica de Lisboa, ocupa-se da dedução analítica das principais fórmulas da trigonometria esférica; Manoel Pedro de Melo, que foi professor da Universidade de Coimbra, escreve sobre binomiaes, mas, como observei, os trabalhos teêm interesse secundário, aos assuntos escolhidos falta elevação, por outro lado, as obras, até mesmo de categoria inferior, vão escasseando.

O núcleo de geómetras que haviam dado brilho e valor a actividade académica dissolve-se, e novo período de declínio se inaugura até que, alguns anos depois, vencida mais esta crise, um grande nome havia de inaugurar nova época e levantar alto o prestígio da sciencia matemática portuguesa: Daniel Augusto da Silva.

* * *

Meus senhores:

A análise desenvolvida e minuciosa, mas por esse motivo demorada, de todas as publicações que citei, e de outras que, por ser breve, omito e se encontram dispersas pelos tomos das Memórias da Academia Real das Sciencias, publicados desde 1770, até cerca de 1818, levar-me-ia para longe, para mais longe do que me é lícito ir, arriscando-me a abusar demasiado da benévola atenção que me é dispensada.

Todavia de quanto tenho dito alguma coisa, creio eu, se poderá concluir em apoio da tese que anunciei e traduz a minha convicção de que esta quadra da historia dos conhecimentos matemáticos em Portugal, desde o seu renascimento após a reforma da Universidade de Coimbra em 1772, até aos fim do século XVIII e depois nos primeiros anos do século XIX até que as perturbações políticas, profundas e constantes, acabaram por desagregar e dispersar os elementos vitais da sciencia matemática portuguêsa, não é de todo falha de interesse, não é vã nem estéril, embora seja curta.

E é curta, porque as causas perturbadoras da tranquila e livre expansão da nossa vida scientífica bem cedo se manifestaram, logo desde o alvorecer do século XIX até que de todo a asfixiaram.

Em 1807 inaugura-se um período doloroso da nossa historia que se prolonga até 1834.

Naquêle ano os exercitos de Bonaparte invadem o país pela primeira vez. Em 1808 produz-se uma reacção e o invasor afasta-se, mas para logo regressar.

Com efeito 1809 e 1810 acarretam as calamidades de novas invasões. Retira-se finalmente o inimigo, mas a luta não cessa e até 1814 se prolonga a guerra peninsular.

A' catástrofe das incursões napoleónicas seguem-se agora os anos tôrvos das desordens e dos conflitos internos, as discordias, a luta civil enfim, que nos retalha e enfraquece desde a revolução de 1820 até que, em 1834, triunfa a causa do partido liberal.

Durante estes largos anos de convulsões e abalos de toda a ordem, de agitações constantes, a actividade scientífica forçosamente decáe e esmorece, e nas escolas, até por vêzes durante largos períodos, ela se paralisa. Nos anos de 1810 e 1811, de 1828 a 1829 e de 1831 a 1834, a Universidade de Coimbra mantem-se encerrada.

Ha professores que abandonam as cátedras e se expatriam.

A Academia das Sciencias que, nos ultimos anos do seculo XVII e ainda ao despontar do século XIX, havia manifestado apreciavel vigor e prometia prosseguir afirmando a sua vitalidade e consolidando o seu prestígio, revela tambem os mesmos sintomas de esgotamento e de decadencia.

Algunos dos seus membros, envolvidos na luta, abandonam a pátria, as produções académicas rareiam, os assuntos são, em geral, menos selectos, menos elevados, menos interessantes.

E' a plena decadencia, e ela vae prosseguindo sempre, até que em 1834 é normalisada a vida nacional.

Foi sem dúvida breve este período de actividade do qual me tenho ocupado; foi breve, e como o recordei, foi sempre agitadissimo e em absoluto desfavoravel a uma serena e fecunda expansão scientífica.

Constatadas estas circunstancias dificeis, derivadas dum ambiente perturbador, no meio do qual trabalharam os nossos geómetras do princípio do século XIX, cumpre ainda—antes de pôr o remate nesta resumida exposição, e para que seja possivel um juizo sintético, quanto possivel imparcial e justificado do mérito destes homens e do alcance da sua obra—atentar na extensão

e nas tendencias da cultura matemática, naquela época de transição do século XVIII para o século XIX, nos países mais adiantados da Europa.

Em poucas linhas se traça desse movimento um ligeiro esboço.

No fim do século XVIII, a obra de Newton era relativamente recente, pois que o grande geómetra viveu até 1727, e por igual o eram as obras de outros notaveis geómetras da escola analitica inglesa.

Esta escola pretendia já por esse tempo abandonar o isolamento tradicional em que vivera e aproximar-se da escola continental.

A obra de Leibnitz, que faleceu em 1716, a dos primeiros Bernoulli, a de d'Alembert e a de d'Euler, podiam considerar-se recentes.

Lagrange, que desaparece em 1813, e Laplace em 1827, eram autores contemporâneos, e grande parte das suas investigações não tinham ainda visto a publicidade quando a Academia das Sciencias foi fundada. A primeira edição da *Resolução Numérica das Equações* é de 1769 mas, completada com notas, de 1798.

A geometria moderna mal principiava a despontar.

Monge e Carnot realizavam as suas primeiras investigações e Poncelet ainda não tinha vindo ao mundo.

Certos ramos da análise não passavam ainda do período embrionário. Assim as séries, frequentes vêzes empregadas, e das quais os nossos geómetras usaram largamente, eram muitas vêzes utilizadas, como se este algoritmo obedecesse ás leis elementares que dominam os simples polinómios. Os cuidados de que hoje se cercam e as regras especiais que as regem só mais tarde haviam de ser formulados.

Cauchy e Gauss nasceram nas derradeiros anos do século XVIII e Abel sómente no principio do século imediato.

Muitas teorias de álgebra estavam apenas esboçadas, outras ainda não eram criadas.

Não pode porém dizer-se que esta ramo de análise estivesse no seu período de constituição, entrava já no principio duma notavel fase da sua expansão e do seu aperfeiçoamento, interessando então vivamente os geómetras.

E, traçado este breve quadro, poderemos talvêz agora con-

densar em resumida síntese e apreciar com alguma imparcialidade o valor e a extensão da obra dos nossos geómetras e avaliar e compreender as suas preferencias.

Pouco interesse lhes mereceu a geometria.

Posso citar apenas a memória de Monteiro da Rocha sobre o problema da medição de toneis.

A mecânica não constitue tambem assunto de acentuada predileção.

Encontro apenas dois trabalhos dedicados a questões desta ordem : uma memória versando a doutrina das braquistócronas, seguida de comentários sobre algumas passagens da mecânica de Euler e outra estudando a teoria de composição das forças.

A escola analítica inglêsa, que pelos fins do século XVIII começava a renunciar ao seu isolamento, merece-lhes alguma atenção. Existem duas memórias, pelo menos, tendo por tema o cálculo das fluxões.

A astronomia foi sempre sciencia dilecta entre nós. São numerosos os trabalhos sobre astronomia prática e astronomia teórica. Ela fornece tambem matéria para a bela memória de Monteiro da Rocha, e mais tarde para o extenso estudo de Damoiseau de Monfort.

Todavia os temas que mais interesse despertam entre os nossos geómetras foram colhidos no campo do análise algébrica. São numerosos os trabalhos desta género e alguns possuem mérito e denunciam não sómente espiritu matemático como faculdades criadoras.

A tendencia generalisadora manifesta-se em numerosas memórias. As investigações mais ou menos profundas, explorando ou criticando altas questões não deixam de aparecer. Bastará recordar o ensaio de demonstração da impossibilidade da resolução algébrica das equações e a refutação das doutrinas de Wronsky.

São frequentes as tentativas para obter demonstrações originais, e até métodos novos para a resolução de importantes problemas—questões que se reconhece não serem muito diversas d'outras mais tarde propostas como originais e divulgadas por geómetras estrangeiros, naturalmente desconhecedores das investigações portuguêsas.

Ha ensaios que revelam originalidade de concepção ; são abstrações porventura dificeis de sustentar hoje e de utilizar sem

ofender o rigor matemático, mas reveladoras de espirito construtivo.

A muitos destes trabalhos poderemos agora, é certo, opôr faceis reparos, principalmente sob o aspecto da precisão, mas tais defeitos não eram raros em trabalhos da época, e publicados até sob a égide de nomes consagrados.

Em resumo, meus senhores, se não vieram aqui assistir—e tal nunca pretendi—ao desenrolar imponente duma obra grandiosa, expressão superior do génio matemático, temos, creio eu, visto passar perante nós parte do produto modesto duma actividade apreciavel, na qual se divisam provas nítidas de indiscutiveis aptidões, claramente definidas, e muitas vêzes até traços firmes denunciando interessante originalidade.

Alfredo de Musset, romântico da primeira metade do século passado, o poeta inspirado das *Nuits*, que sob formas sedutoras encantava, e ao mesmo tempo envenenava um pouco com o seu scepticismo fino e elegante, a alma sonhadora da mocidade do meu tempo, a qual se sentia já abalada pelas fórmulas negativas duma estéril filosofia, em um dos seus graciosos poemas, querendo, com irónica modéstia, afirmar desdenhosamente o personalismo, álias bem definido da sua obra, dizia: *Mon verre est petit, mais je bois dans mon verre.*

Pois bem: os geómetras portuguêses do período do nosso renascimento matemático, como êle, poderiam tambem perfilhar tais palavras e grava-las fundo, como divisa, na portada modesta da sua modesta escola.

Não lhes devemos, é certo, uma volumosa obra.

Não realizaram trabalhos clara e fundamente marcados pelo cunho indelevel do génio, não ergueram a sciencia um monumento imperecivel; produziram todavia uma obra honesta, interessante e algumas vêzes original—foi até esta a sua preocupação dominante—que se anunciava prometedora, mas que breve se apagava, sufocada pela fatalidade das convulsões que perturbaram a vida nacional... Obra que, em homenagem á justiça, eu desejaria vêr quanto possivel aproveitada e subtraida á indiferença em que ha largos anos se perde, ignorada por muitos, abandonada por todos.

PORTUGAL EN EL MUSEO DEL PRADO

POR

FÉLIX DE LLANOS Y TORRIGLIA

D LA REAL ACADEMIA DE LA HISTORIA

(Sesión del 15 de junio de 1925)

SEÑORAS :

SEÑORES :

Bien quisiera, por cortesía a la noble tierra en que hablo, poder expresarme en portugués. De ello tendría más obligación que otros de mis compatriotas, puesto que, cultivador constante y añejo de la historia y la literatura lusitanas, frecuentador de vuestra prensa y de vuestro trato social —amables portugueses que me oís—, parece que quien tanto se familiarizó con vuestra habla habría de tener facilidad para disfrazar con la armonía de tan bellas tonalidades la miseria de su aportación a esta camaradería del saber y del estudio peninsular. Vergonzosamente he de confesar mi incapacidad para hacerlo.

Quien un año ha tuvo la osadía de dirigirse a un auditorio de lengua francesa valiéndose de ella al desarrollar tema parecido (1) se declara resueltamente imposibilitado para intento semejante en la vuestra. Habría de aceptar, aun admitiendo como en aquel caso doctas colaboraciones al construir la frase y al elegir el léxico, y... chocaría en el escollo de la pronunciación. Porque podrá ser excusa que busque mi torpeza ; pero yo sos-

---

(1) *L'Archiduchesse-Infante Isabelle Claire Eugénie au Musée du Prado.* Conférence, Bruxelles, 1924.

tengo que así como el vino de Porto hay que beberlo en Porto, el portugués no aciertan a *decirlo bien* mas que los portugueses. Idioma que es predominantemente exteriorización del alma de una raza, forjado al fuego de una tradición gloriosa, deletreado, sí, en su infancia al par que el castellano y balbuceado en su origen con fonética similar a la fabla gallega, pero diferenciado después conscientemente del uno y de la otra al modelar Portugal su inconfundible y característica personalidad nacional y coronarla con la diadema de los descubrimientos, hay en su vocabulario y en su sintaxis y, sobre todo, en su prosodia peculiaridades y matices tan singulares, de tan sutil y personalísima calidad, tan de plegaria y rezo a los patrios penates, que diríase que tomarlo en boca los extranjeros tiene algo de profanación y de violación de santuario.

La lengua que se hizo epopeya patriótica en la pluma de Camoens, historia en Fernão Lopes, teatro en Gil Vicente, elegía en Sa de Miranda, lírica en Diego Bernardes; la que muere de amor en el Cancionero de la Vaticana; la que cantó el romance de Avalor al compás de la rima de Bernardino; la que en las décadas de Juan de Barros describió el Asia conquistada y retrató al felicísimo Don Manuel en la crónica de Damián de Goes; la que profesa al Dios de su progenie en el contrito soneto de Bocage y canta la vernácula sierra en el libro inacabado de Eça de Queiroz; la que llora con Camilo Castello Branco en la carta de despedida de Teresa; la que cincela como un alto relieve la silueta de la Lisboa imperial de antaño en la prosa viril de Herculano; la que fué musa de Garrett y habló por él en sus *Viagens na minha terra;* la que se atormentó en los endecasílabos nostálgicos de João de Deus y de Anthero de Quental; la que es raudal de oratoria en Pinheiro Chagas y en Antonio Candido; la que alumbró las excavaciones filológicas y folklóricas de Teófilo Braga; la que desbordó de pasión en la oda insuperada de Thomas Ribeiro, cantada a este

jardim d'Europa a beira mar plantado,

es como el vaso sagrado de un culto religioso al cual los extraños mancillan con el solo gesto de aproximarlo a sus labios. Ya véis, pues, que no es por desdén, que fuera injusto, sino por devoto respeto, por lo que aparto de los míos la tentación