

Cuba, caso unico di sviluppo di un sistema scientifico in un paese sottosviluppato

ELENCO DELLE ABBREVIAZIONI.

ACC, Accademia delle Scienze di Cuba.

CEAC, Commissione per l'Energia Atomica di Cuba.

CEADEN, Centro di Studi Applicati allo Sviluppo Nucleare.

CIME, Centro di Ricerca in Microelettronica del Politecnico.

CNIC, Centro Nazionale di Ricerca scientifica. IFN, Istituto di Fisica Nucleare.

IMRE, Istituto di materiali e Reattivi per l'Elettronica della UA.

ISCTN, Istituto Superiore di Scienza e Tecnologia Nucleare.

LTP, Laboratorio di Tecnologia Planare della UA.

MES, Ministero di Educazione Superiore.

SEAN, Segreteria Esecutiva per l'Energia Nucleare.

SF, Scuola di Fisica.

UA, Università de L'Avana.

UO, Università di Oriente.

1 – Una premessa autobiografica. Ma non solo.

Quando visitai per la prima volta Cuba alla fine del 1994, con la precisa intenzione di attivare una collaborazione con l'Università de L'Avana, sapevo che vi avrei trovato un ottimo livello della fisica, come di altri settori scientifici: davo però quasi per scontato che questa situazione fosse dovuta alla lunga appartenenza passata del paese al Blocco dell'Est ed al conseguente appoggio diretto dell'URSS, e non immaginavo neppure che una conoscenza più approfondita di quella realtà mi avrebbe riservato delle grosse sorprese.

Attribuii la grande amabilità e disponibilità con cui fui ricevuto dal Decano ed i Vice-Decani al fatto che ero riuscito a stabilire il contatto attraverso l'allora Ambasciatore presso la Santa Sede, il Prof. Hermes Herrera, che era stato Rettore dell'Università, nonché all'isolamento in cui era precipitato il paese dopo il crollo dell'URSS ed alle enormi difficoltà in cui versava la ricerca scientifica e l'educazione superiore (che mi fu testimoniata dal fatto che da alcuni anni la Facoltà di Fisica non era in grado di ricevere *nessuna* rivista scientifica internazionale). Ma quando, piuttosto rapidamente, la mia collaborazione con la Facoltà cominciò a consolidarsi, mi resi conto che vi era veramente tra i colleghi e tutto il personale, anche tecnico amministrativo, un rapporto di stima e collaborazione assolutamente impensabile nel clima gerarchico e baronale dei nostri ammuffiti ambienti universitari: ma molto diverso anche da quello degli ambienti accademici sovietici.

La mia collaborazione si instaurò con il Gruppo di Didattica, dove ebbi la conferma dell'apertura dei colleghi cubani verso idee e proposte eterodosse rispetto all'*establishment* (del resto, rimaneva uno dei rarissimi paesi dove si poteva incominciare un discorso premettendo la propria ispirazione marxista senza essere presi per "vetero"), anche se in seguito ho dovuto ridimensionare tale convinzione, con l'impressione che le aperture e le disponibilità individuali rimangano per lo meno velleitarie rispetto ad un sistema statale burocratico che non accenna ad allentare la propria rigidità, anche nel sistema della ricerca scientifica e dell'educazione superiore. Ma pur con questa limitazione, vi è comunque uno sforzo di coordinamento dei corsi e dei piani di studio (ancorché stabilito centralmente) che da noi, dietro il paravento della (pur sacrosanta) libertà di insegnamento, rimane impensabile.

Ma i colloqui con molti colleghi – tutti appunto estremamente aperti e disponibili, a cominciare dal Decano – mi riservarono le prime sorprese. Il clima disteso dell'ambiente accademico non era

solo una conseguenza del carattere latinoamericano o caraibico: incominciai ad elaborare l'idea che, per lo meno nella fisica, Cuba avesse sviluppato un sistema con caratteri piuttosto originali (per quanto è possibile in una situazione di crescente omologazione delle impostazioni metodologiche ed organizzative nazionali), rispetto sia al sistema "sovietico" che a quello "occidentale". Questo ambiente animato e attivo poneva anche un interrogativo di fondo: come aveva potuto resistere, pur mostrando evidenti segni di difficoltà, all'impatto devastante del crollo del Blocco dell'Est?

Dai colloqui con i colleghi cubani appresi in primo luogo che prima del 1959, anno della vittoria della Rivoluzione, la fisica a Cuba era rimasta ad un livello molto basso, soprattutto per la mancanza assoluta di qualsiasi attività di ricerca scientifica: l'Università preparava insegnanti di scuola secondaria, e la preparazione era limitata alla sola "fisica classica". Ma la prima vera sorpresa fu di apprendere che negli anni immediatamente successivi, prima che la collaborazione con l'URSS si sviluppasse realmente (anche se, come vedremo, ebbe un'importanza fondamentale la partenza nel 1961 dei primi sei studenti che partirono per Mosca e si laurearono in fisica: ma la loro influenza diretta si ebbe solo al loro ritorno, dopo il 1966), vi fu una nutrita schiera di fisici e tecnici "occidentali" che soggiornarono nella UA per periodi variabili, incominciando a tenere corsi di fisica moderna e avanzata (stato solido, nucleare, elettronica, ottica), impiantando laboratori e *talleres*, e sviluppando le prime vere attività di ricerca scientifica.

Questa "rivelazione" stimolò enormemente la mia curiosità, anche perché si inseriva perfettamente nella mia attività di storia della fisica, che non aveva mai avuto un carattere accademico, ma piuttosto finalità in qualche modo "politiche", nella ricerca degli influssi sociali sullo sviluppo e nelle svolte della scienza. Ma la mia curiosità si scontrò immediatamente con una enorme difficoltà: a Cuba sono praticamente inesistenti i documenti e le testimonianze ufficiali e scritte sulle quali si basa di solito l'attività dello storico della scienza; e questa assenza è anche più grave negli ultimi 45 anni (del resto, perché meravigliarsi: registrare e conservare documenti doveva essere l'ultima preoccupazione in quella fase tumultuosa).

I miei colloqui si svilupparono in particolare con il docente (divenuto subito un caro amico) che teneva allora il corso di Storia e Metodologia della Scienza, il Dr. Fernando Crespo, che era stato anche uno dei primi laureati nella nuova università post-rivoluzionaria. Anch'egli sapeva bene che i suoi ricordi non erano sufficienti per ricostruire con precisione quelle vicende. Nacque così l'idea di cercare qualcun altro dei colleghi che ne erano stati protagonisti, per raccogliere anche i loro ricordi personali, o eventuali documenti che essi potessero conservare. Non si trattava all'inizio di un programma preciso, di un vero progetto di ricerca, ma della semplice curiosità di colmare alcune lacune e farsi delle idee più chiare. Mi sembra importante sottolineare anche che a Cuba attualmente *tutto* è estremamente più difficile che da noi, e lo era soprattutto alla fine degli anni '90: spesso risulta problematico anche comunicare telefonicamente con una persona (in tutta la Facoltà vi sono solo un paio di telefoni, ... quando funzionano), i trasporti sono estremamente difficili (soprattutto per un cubano che non può permettersi di pagare un tassì; ma anch'io ero lì praticamente a spese mie), allora non vi era neppure un computer a disposizione di ogni professore, l'e-mail spesso si inceppa, vi erano frequenti *apagones*, e via discorrendo. Non senza sforzi, Crespo riuscì ad organizzare un paio di incontri, mentre io cercai di allargare i miei contatti.

Il quadro incominciò a delinarsi, mentre si andava formando un abbozzo di programma di ricerca, anche se non era affatto chiaro come potesse svilupparsi (tra l'altro, io ho passato in questi anni solo qualche mese all'anno a Cuba, ed una ricerca basata su interviste personali richiede la presenza sul luogo, e molto tempo per le difficoltà suddette). Ma un anno dopo Fernando Crespo morì! Al dolore per la perdita di un amico e di una persona colta e squisita, si aggiungeva nello specifico il fatto che mi trovai solo in quella ricerca, e completamente smarrito! Era Crespo infatti che conosceva i colleghi, sapeva per lo meno dove e come cercarli, a prescindere dalle difficoltà pratiche. Ci volle più di un anno prima che riuscissi ad organizzarmi ed a partire con una vera campagna di interviste. Ma la mancanza di Crespo si rifletteva anche nella mia difficoltà a collocare in un quadro ordinato e coerente le informazioni che raccoglievo: il sistema scientifico cubano è

molto più limitato di quello di altri paesi, ma ha acquisito comunque una notevole complessità, ed il processo che lo ha generato non è stato proprio lineare. Solo più tardi la sensibilità dei colleghi cubani si è scossa, ed i primi lavori pubblicati sono stati portati a termine con la collaborazione di alcuni di essi (José Altshuler, Presidente della *Sociedad Cubana de Historia de la Ciencia y la Técnica*, SCHCT, e Victor Fajer, Presidente della *Sociedad Cubana de Física*).

È il caso di sottolineare fin da ora i pregi e i limiti di una ricerca di “storia orale” in questo settore: da un lato si possono cogliere aspetti che non si rifletterebbero in documenti ufficiali (naturalmente mancano ancora di più testimonianze epistolari), ma dall’altro vi sono soggettività, o anche reticenze o parzialità su aspetti importanti più politici, e rimangono alla fine incertezze e discordanze che è molto difficile sciogliere. Devo precisare anche che la mia ricostruzione in termini dettagliati è arrivata alla fine degli anni ’70, mentre le mie informazioni sugli anni ’80 sono giunte ad livello minore di definizione: oltre al fatto che tanto le vicende politiche come la complessità del sistema sono aumentate e presentano maggiori problemi sia di analisi (e testimonianze) che di prospettiva; questo è ovviamente tanto più vero per il periodo più recente.

2 – L’interesse del caso cubano: scienza, società, politica.

Il mio interesse per il “caso cubano” aumentò man mano che procedevo nella ricostruzione del suo sviluppo e delle sue caratteristiche. Mi sono convinto che esso costituisca un “caso” di interesse unico: *un paese piccolo* (non arriva oggi a 12 milioni di anime) *e sottosviluppato, che partiva da condizioni iniziali molto arretrate, è riuscito a creare in un lasso di tempo brevissimo un sistema scientifico avanzato, compatto e solido.* Proprio questa solidità ha consentito di resistere sostanzialmente all’impatto della gravissima crisi degli anni ’90: i contraccolpi naturalmente ci sono stati, e non potrebbe essere stato altrimenti, molti settori hanno attraversato una profonda crisi (in particolare, come è ovvio, la ricerca sperimentale), ma il sistema nella sua struttura fondamentale ha retto, non ha perduto la sua vitalità, e mostra oggi segnali di ripresa. Solo un’indagine storica è in grado di rendere conto di questa situazione singolare e originale. Ritengo che questa non sia la sede per sviluppare tale analisi in modo dettagliato: la scelta che ho fatto è di soffermarmi su una serie di aspetti che mi paiono più idonei per illustrare le scelte che stanno dietro questo sviluppo, i progetti politici e lo spirito con cui sono stati attuati, più che discutere in dettaglio le caratteristiche specifiche del sistema scientifico cubano, che non conosco neppure a sufficienza.

2.a – Una precisazione di taglio e di metodo.

Mi sembra opportuna un’ulteriore premessa sui limiti che *personalmente* attribuisco a questa ricerca e a questa analisi. Qualcuno potrebbe legittimamente aspettarsi che il tema della scienza a Cuba coinvolga anche, o faccia parte di quello più generale (ed ambizioso) del “rapporto tra Scienza e Socialismo”. Naturalmente ognuno può interpretare o inquadrare come meglio crede le informazioni che fornirò, ma io in tutti questi anni, per vari motivi, non ho mai inteso avventurarmi in questo campo più generale, che pure in altre occasioni mi ha appassionato.

Il primo motivo è che penso che sarebbe pretendere troppo da Cuba, comunque si interpreti la sua rivoluzione. Noi abbiamo sempre interpretato il socialismo come una società che può instaurarsi in una situazione di alto sviluppo sociale, economico e tecnologico, successivo ad un pieno sviluppo borghese, e tale da poter liberare la forza lavoro dalla subordinazione al capitale. È vero che Lenin modificò questo punto di vista, trovandosi a fare la rivoluzione socialista in una società che non aveva conosciuto ancora la rivoluzione borghese: in ogni caso, è stata più volte sottolineata l’esistenza nella Russia dei primi del secolo scorso di un forte proletariato industriale. La Russia era comunque un grandissimo paese, che aveva conosciuto anche un notevole sviluppo scientifico, industriale e tecnico, ed aveva una grande tradizione culturale. Cuba nel 1959 non era e non aveva nulla di tutto ciò: era un piccolo paese con meno di 10 milioni di abitanti, che era passato dallo stato di colonia della Spagna, a quello di colonia (di fatto) prima, e poi di completa subordinazione agli

Stati Uniti. Non era un paese arretrato, poiché – come spesso amano ricordare i cubani – aveva conosciuto molte innovazioni d'avanguardia (una delle prime ferrovie, la televisione, ecc.). Non era comunque in alcun modo un paese industriale, e la rivoluzione venne fatta sostanzialmente da *campesinos*. L'avvio di un sistema scientifico moderno non poteva fare i conti con uno sviluppo precedente, non poteva contare su una tradizione ed una consapevolezza metodologica ed epistemologica, che consentisse riflessioni critiche: era già un'impresa immane e difficilissima di per sé, per potersi anche prendere il lusso di porsi problemi di questo tipo. Anche se tale impresa è stata connotata da un fortissimo impegno ed entusiasmo dei protagonisti cubani, che ha avuto anche forti connotazioni ideologiche: almeno in una prima fase queste hanno conferito uno spirito “romantico” al processo, ma non sembrano essere venute meno (anche se forse sono state parzialmente mortificate) neppure nella fase successiva di istituzionalizzazione e centralizzazione.

Anche se non tirerei in ballo, quindi, il “carattere socialista” della fisica sviluppata a Cuba o roture metodologiche, mi sembra comunque notevole che, come discuterò, la fisica a Cuba si sia sviluppata con caratteri di una certa originalità, pur all'interno delle discipline e delle metodologie standard (ma, appunto, con scelte originali): forse questo è dovuto in parte al peculiare carattere dei cubani, che nelle grandi difficoltà iniziali hanno valorizzato ed inglobato in modo abbastanza libero e spregiudicato qualsiasi contributo utile, ma in una fase di crescente omologazione dei sistemi e degli approcci scientifici mi sembra un fatto degno di nota. Anche la volontà e la capacità di scegliere tra le diverse discipline della fisica, scartando quelle che erano più di moda (quindi con criteri politici e non puramente “scientifici”), mi sembra un aspetto degno di nota: che non mi sembra sminuito dallo sforzo di attingere, almeno inizialmente, ai migliori manuali occidentali, dal momento che la sfida più grossa consisteva nello sviluppare, dal nulla, la ricerca scientifica avanzata.

Lo sviluppo del sistema scientifico cubano, insomma, mi sembra interessante di per sé, in relazione alle politiche scientifiche e di sviluppo di un paese sottosviluppato (per giunta piccolo). Mi sembra già molto significativo che lo sviluppo di un sistema scientifico avanzato sia stato una scelta politica effettuata e perseguita consapevolmente e con forte tenacia: con il particolare non indifferente di essersi posti l'obiettivo chiaro, come vedremo, che le scelte scientifiche dovessero essere utili per lo sviluppo del paese e per migliorare le condizioni della popolazione.¹ Mi sembra un caso unico fra tutti i paesi sottosviluppati.

Infine, mi sembra anche opportuno precisare che la rivoluzione cubana non nacque come rivoluzione socialista, ma fu in certo modo “gettata in braccio all'Urss” (senza porsi qui problemi di ricostruzione storica più precisa) dall'intransigenza e protervia di Washington. Altro discorso sarebbe valutare se poi Cuba abbia effettivamente realizzato una società socialista (e dovremmo preventivamente metterci d'accordo su cosa questo significhi). Non mi sembra il caso in questa sede di avventurarmi su questo terreno, che non può essere analizzato frettolosamente ed è un tema che potrebbe appassionare di più di quello che tratterò e quindi distogliere l'attenzione. A parte la riserva se sia possibile instaurare qualche forma di socialismo in un piccolo paese povero (soprattutto dopo la caduta del Blocco dell'Est e l'isolamento in cui è caduto), voglio solo dire qui che nel corso della mia esperienza ho accumulato crescenti riserve sul sistema accentrato ed

¹ Marco Mamone Capria mi ha suggerito che potrebbe essere interessante da questo punto di vista una ricostruzione dello sviluppo della medicina a Cuba, ma su questo ho scarse informazioni. La tradizione medica precedente la Rivoluzione era senz'altro molto più sviluppata ed avanzata che nel campo della fisica: Cuba aveva avuto naturalisti e medici di un certo rilievo (Carlos J. Finlay, 1833-1915, scopritore dell'agente di trasmissione della febbre gialla e di metodi efficaci per arrestarla). Posso dire che la mia limitata esperienza mi ha fornito una vaga immagine degli attuali medici cubani come professionisti di mentalità aperta (si tenga presente che non vi sono le caste mediche nostrane: anche se attualmente la situazione è notevolmente inquinata dalle soffocanti difficoltà economiche). Soprattutto negli ultimi anni si è sviluppata molto la cosiddetta “medicina verde” (omeopatia, agopuntura, ecc.).

oppressivo e sui meccanismi politici, economici e burocratici cubani, anche se credo che la Rivoluzione cubana mantenga un grande valore: si tratta di valutare quali essi siano, e se la spinta iniziale non si sia esaurita. Ritengo che le mie considerazioni in questo scritto mantengano un loro interesse anche indipendentemente da queste valutazioni: esse hanno a che fare con il problema dello sviluppo, dei rapporti internazionali e delle scuole scientifiche. Una lettura di un sistema scientifico specifico non può essere fatta in chiave del sistema politico: questo introdurrebbe considerazioni ideologiche che inficerebbero il rigore storico.

2.b – Un progetto politico.

Come ho anticipato, la formazione del sistema scientifico cubano (di cui peraltro la fisica costituisce un settore relativamente piccolo, pur se di importanza strategica anche per gli altri, tra cui quello più importante delle biotecnologie) è stata il *risultato di un progetto politico consapevole ed esplicito*, portato avanti fin dagli inizi con determinazione, anche se con (in parte inevitabili) errori e contraddizioni. Cuba ha oggi una percentuale di laureati, di medici in rapporto alla popolazione tra le più alte del mondo (circa 8.500 scienziati ed ingegneri nel 1989, equivalenti a 9 ogni 10.000 abitanti, cresciuti a 10 nel 2000, cioè lo 0,59 % della popolazione attiva). La cosa che colpisce, lavorando all'interno di questo sistema, è come si intreccino e convivano tra loro aspetti decisamente da primo mondo, con altri da terzo mondo. Si ha l'impressione che il progetto avesse una componente decisamente illuminista: *fare di Cuba una sorta di serbatoio di tecnici ed intellettuali, per compensare in qualche modo la scarsità di risorse*. Ma si ha anche l'impressione che vi sia stato uno sfasamento tra l'impulso dato allo sviluppo scientifico e l'evidente fragilità della struttura produttiva e dell'economia. Devo comunque dire che con il passare del tempo, mentre ho maturato crescenti perplessità sull'attuale situazione interna del paese, non è cambiata la mia valutazione del valore dell'impresa scientifica cubana.

Il punto di partenza della fisica nel 1959 era, come ho detto, molto basso: anche se mi è parso di capire che era stata formata una cerchia di insegnanti di Scuola Secondaria di buon livello, e l'insegnamento della fisica (classica) non era dei peggiori, fattori che si sono poi rivelati positivi. Mi sembra comunque rimarchevole il fatto che *nel giro di appena 10 - 15 anni venne formata una massa critica di fisici di livello internazionale, e vennero sviluppati campi di ricerca avanzati, nei quali Cuba raggiunse un buon livello, uno dei più alti tra i paesi dell'America Latina*, alcuni dei quali erano avvantaggiati da una ricchezza ben maggiore di risorse di ogni tipo e da migliori livelli di partenza. Il sistema scientifico cubano ha inoltre acquisito immediatamente una *maggior omogeneità* (forse favorita anche dalle sue dimensioni ridotte) rispetto ai maggiori paesi del Continente (Brasile, Argentina, Messico), nei quali al fianco di centri di eccellenza convivono istituzioni universitarie di livello decisamente molto mediocre. Inoltre *i programmi di sviluppo scientifico a Cuba hanno sempre avuto la finalità esplicita di collegarsi alle esigenze di sviluppo economico e sociale del paese, e di dare luogo possibilmente ad applicazioni produttive concrete*: almeno nelle intenzioni, poiché nella pratica questo spesso non è accaduto, anche se a volte questa intenzione non era mal posta, ma (come vedremo) è stata frustrata da fattori oggettivi indipendenti dalla volontà e dalla capacità dei cubani; ed altre volte i progetti sono caduti per il crollo dell'URSS (come è stato il caso per la realizzazione della centrale elettronucleare).

Questa impresa, come dicevo, è dipesa solo in parte dall'appoggio dell'URSS. In primo luogo la dirigenza rivoluzionaria è stata senza dubbio portatrice di un progetto chiaro e originale (pur con le sue contraddizioni), a cui il mondo accademico e studentesco ha aderito pienamente ed attivamente: non può quindi essere sminuito il merito in primo luogo dei cubani. Ma l'impressione che ho ricavato è che forse il secondo fattore, soprattutto in direzione dell'impulso *iniziale* alla ricerca scientifica avanzata, sia stato dato dalla presenza e dall'attività, tra il 1962 e il 1972, di un considerevole numero di fisici "occidentali": l'impressione è che *in quella fase* l'apporto dell'Unione Sovietica, senza dubbio insostituibile, abbia piuttosto influito soprattutto sul piano della formazione dei fisici cubani (a Cuba, e forse soprattutto nell'URSS e nei paesi socialisti). In questo senso ho parlato di un sistema scientifico con tratti originali rispetto a quello sovietico, ma anche

occidentale. Tra l'altro, i rapporti stabiliti dai fisici Cubani con istituzioni "occidentali" si sono rivelati preziosi dopo il 1990, poiché hanno consentito l'ulteriore sviluppo di collaborazioni, *stages* di ricerca all'estero (vitali soprattutto per le attività sperimentali, ma anche, bisogna dire, per le finanze personali, anche se il 75 % del contratto viene versato allo Stato), la preparazione di Dottorati di ricerca.

3 – Dal dominio coloniale spagnolo alla soggezione agli USA, e ai primi segni di risveglio.

Qual era dunque il punto di partenza nel 1959? Il fatto di essere una colonia di un paese, la Spagna, che sicuramente non è stato all'avanguardia dello sviluppo scientifico e sociale ha certamente costituito per un grave handicap iniziale. Aggravato dal fatto che la monarchia spagnola considerò Cuba essenzialmente come una base strategica per lo sfruttamento delle altre colonie dell'America Latina dotate di enormi risorse e ricchezze: vi furono infatti in altri paesi sviluppi tecnico-scientifici precedenti e superiori a quelli di Cuba, come avvenne ad esempio in Messico in connessione con l'attività di estrazione e di lavorazione dei minerali².

Non vi è molto di rimarchevole da dire sul primo secolo dello sviluppo della fisica a Cuba³. L'interesse per la fisica sorse non prima dell'inizio dell'800, come influenza tardo-illuministica, ad opera del Padre Félix Varela, personaggio peraltro notevolissimo, che dovette fuggire e vivere in esilio avendo rivendicato *ante litteram* l'indipendenza di Cuba (ma non è certo stata questa la motivazione della sua beatificazione, voluta da Papa Wojtila!). Poi la fisica si istituzionalizzò come materia d'insegnamento nell'unica istituzione di educazione superiore, la UA, mantenendo però per tutto il secolo un livello molto introduttivo, sostanzialmente qualitativo, avendo l'intera università il ruolo primario di formare insegnanti di scuola secondaria.

Le cose non cambiarono molto dopo che il paese passò prima sotto l'occupazione, e poi sotto il protettorato di fatto degli USA⁴, a seguito del primo intervento imperialista di questi ultimi – emblematico in quanto assolutamente pretestuoso (l'esplosione di origine a dir poco dubbia della nave da guerra *Maine* nella rada de L'Avana) – nel 1898 nella guerra che i cubani stavano conducendo vittoriosamente per liberarsi dalla Spagna.

I primi cambiamenti significativi furono una conseguenza del risveglio dell'opinione pubblica e della coscienza nazionale cubane durante il "decennio critico" (1923-1933). Ispirato dalla Riforma Universitaria del 1918 in Argentina, si sviluppò un movimento studentesco nella UA, diretto da Julio Antonio Mella, che si pose l'obiettivo di sradicare i metodi di insegnamento arcaici e di eliminare i professori incompetenti. Anche se non si ottenne una vera Riforma, la situazione

² È forse opportuno precisare subito che i paesi dell'America Latina e dei Caraibi, pur se sono portatori di una cultura molto originale e con forti caratteri tipici radicata in quella precedente alla "conquista", non sono in alcun modo un'unità omogenea, ma presentano profonde differenze. Per fare solo qualche esempio, a Cuba la popolazione originaria scomparve nel giro di mezzo secolo (anche se a volte se ne riconoscono tratti nella popolazione), mentre iniziò la ratta degli schiavi neri dall'Africa, i quali hanno impresso caratteri etnici e culturali originalissimi (basti pensare alla musica cubana: vi è anche quella ancor più caratterizzata, "afrocubana"). Un paese vicinissimo come il Messico non ha avuto invece nessuna immissione di popolazione, e di cultura, africane, mentre la popolazione indigena, a dispetto dei feroci genocidi, è sopravvissuta, anche con la propria cultura, come in molti altri paesi del Continente meridionale: il colore della pelle, la musica e le tradizioni culturali dei messicani sono radicalmente diversi da quelli cubani. Per fare un altro esempio, in Brasile, aldilà delle grandissime differenze, la religione sincretica afrocubana ha strettissime analogie con quella *diffusissima* a Cuba, poiché gli schiavi provenivano dalle medesime regioni dell'Africa.

³ J. Altshuler e A. Baracca, "The development of University Physics in Cuba, 1816-1962", XXI⁰ Congresso di Storia della Scienza, Messico, DF, 8-14 luglio 2001; "La enseñanza de la física en Cuba, desde la Colonia hasta 1959", *Llull* (Saragozza), **27**, 557-608 (2004).

⁴ Basti ricordare che nella nuova Costituzione della Repubblica Cubana venne imposto l'Emendamento Platt, che attribuiva a Washington il diritto di intervento a suo insindacabile giudizio.

cominciò a cambiare, culminando nelle mobilitazioni che nel 1933 cacciarono il dittatore Machado. Il corso di Fisica venne assunto da Manuel Gran, un autodidatta dotato però di uno spiccato senso scientifico, che ammodernò la materia, collegandola alla pratica di laboratorio. Venne introdotto successivamente anche un corso di Fisica Teorica, di discreto livello, anche se non comprendeva nessun argomento di fisica moderna, mentre la durata del corso di studi in “Matematica e Fisica” e in “Fisica e Chimica” venne portato da 3 a 4 anni: rimase però totalmente assente qualsiasi attività di ricerca scientifica. Nel 1948 venne fondata la UO, all'altra estremità dell'isola. Tra i giovani che si formarono negli anni '50 vale la pena di ricordare Marcelo Alonso (ben noto a noi per il manuale di fisica di Alonso e Finn), il quale aveva forti collegamenti con gli stati Uniti ed introdusse le prime attività di radioattività. Vale la pena di ricordare che, con il lancio dell'Atomo per la Pace nel 1953, anche a Cuba venne presentata nel 1956 con grande pompa un programma-“fotocopia” di introduzione dell'energia elettrucleare, che naturalmente finì in nulla.

Nel 1956 la UA venne chiusa, per il fiorire di attività rivoluzionarie.

4 – Il difficile avvio dell'ambizioso progetto post-rivoluzionario⁵.

Come ho anticipato, il Che e Fidel avevano fin dall'inizio il chiaro progetto di puntare su uno sviluppo tecnico scientifico del paese. Il primo organizzò corsi di matematica al Ministero dell'Industria e si adoperò per l'invio di studenti in Unione Sovietica, perché vi si laureassero in materie scientifiche. Questi progetti incontrarono difficoltà gigantesche nelle condizioni di partenza. Nel 1959 la UA riapriva dopo 3 anni di chiusura in un clima di grandi fermenti, ma tra enormi difficoltà di ogni tipo. Nel 1960 partirono per l'URSS i primi 6 borsisti, inviati espressamente dal Che per studiare ingegneria, passando però poi, con il consenso del Che, a fisica: la loro influenza sarà importante solo dopo il loro ritorno. Negli anni successivi l'invio di studenti si intensificò enormemente. Ricordiamo anche la grande campagna nazionale che sradicò di fatto l'analfabetismo a Cuba. Mentre la complessità della situazione è testimoniata a sufficienza dal tentativo di invasione dagli Stati Uniti.

È interessante citare brevemente una prima esperienza che ben riflette lo spirito cubano. I primi sforzi di ammodernamento del corso di fisica non ebbero luogo nella Facoltà di Scienze, ma nel 1960 in quella di Ingegneria Elettrica della UA, dietro l'urgenza di rinnovare il settore strategico delle comunicazioni. Con la spinta determinante degli studenti, e con resistenze di gran parte del corpo accademico, il rinnovamento del piano di studi prevede un profondo ammodernamento anche dei corsi fondamentali di Fisica e Matematica. La scelta radicale fu di selezionare e “piratare” capitoli dai manuali di Sears e di Sears-Zemansky: per impartirli vennero selezionati alcuni dei migliori insegnanti di scuola secondaria e studenti anziani di ingegneria, i quali incontrarono difficoltà non indifferenti soprattutto nella risoluzione dei problemi.

Nel 1961 fu creata la *Scuola di Fisica* (SF) della UA, che si scontrò subito con difficoltà enormi per attuare una trasformazione radicale dei piani di studio. Manuel Gran fu inviato Ambasciatore a Parigi e decedette poco dopo. Marcelo Alonso si trasferì negli USA. Nel 1962 venne approvata, dopo intense discussioni, la Riforma Universitaria, che aprì il cammino al rinnovamento (il 1962 fu anche l'anno della “Crisi dei Missili”). Gli studenti continuavano a giocare un ruolo determinante

⁵ Per tutta la parte che segue i lavori di riferimento sono per ora: A. Baracca, V. Fajer, e B. Henríquez: “The Development of Physics in Cuba During the Sixties and Seventies of the 20th Century: An Integrated Approach”, 21^o Congresso di Storia della Scienza, Messico, DF, 8-14 luglio 2001. A. Baracca e L. Méndez Pérez, “Cincuenta años de Física en la Universidad de Oriente (Santiago de Cuba)”, *Revista Cubana de Física*, **18** (2), 146-154 (2001). A. Baracca, V. Fajer e V.B. Henríquez, “El desarrollo de la física en Cuba”, *Revista Iberoamericana de Física*, Madrid, **1**, 54-61 (2004). A. Baracca, V. Fajer e B. Henríquez, “El despegue de la física en Cuba desde 1959 hasta la década de los setenta: un enfoque abarcador”, *Revista Cubana de Física*, in stampa. A. Baracca e V. Fajer, “A look at Physics in Cuba: the formation of an advanced research system in a developing country”, Third Milan Workshop on “The Physical Sciences in the Third World: A Social History of Science and Development”, Bogotá (Colombia), 11-13 Giugno 2005.

nelle vicende politiche. Come già ad Ingegneria, essi vennero coinvolti nell'insegnamento, impartendo corsi a quelli degli anni precedenti. Quelli che non mancarono furono i manuali moderni, oltre ovviamente a quelli sovietici, poiché si inaugurò la politica, a mio avviso giustissima, di non riconoscere i diritti d'autore e si "piratarono" i migliori testi "occidentali" nelle "Edizioni Rivoluzionarie".

In questa situazione incominciarono ad arrivare i primi tecnici ed istruttori sovietici. Ma soprattutto, dal 1962, incominciarono a giocare un ruolo estremamente importante numerosi Professori Invitati "occidentali", i quali rimasero per periodi diversi, impartirono corsi avanzati, organizzarono laboratori ed officine, ed avviarono le prime attività di ricerca. Lo statunitense Veltfort e la giovane argentina Dina Weissman avviarono le prime attività di ricerca sui dispositivi a stato solido, acquistarono un forno per la crescita di cristalli e nel 1967 ottennero il primo diodo di germanio: essi ottennero anche di visitare l'Istituto Ioffe a Leningrado, ricevendo informazioni e materiali, ma la collaborazione diretta non decollò immediatamente, per contrasti con l'Accademia cubana delle Scienze (ACC, di cui parleremo tra breve). Tutte queste attività lasciarono un'impronta ed eredità molto importanti. Mi sembra doveroso e interessante citare il caso generoso e commovente di Andrea Levialdi, fisico italiano dello stato solido, antifascista che era rientrato all'Università di Parma dopo un lungo periodo come fuoriuscito: sebbene ammalato di cancro, con grande entusiasmo volle andare a L'Avana il 6 novembre 1968, con il progetto ambizioso di promuovere un'ampia collaborazione con l'Italia, incominciò un corso di fotoluminescenza, interrotto con la sua morte l'8 dicembre 1968. In suo ricordo i colleghi di Parma istituirono una "Borsa Levialdi che consentì a 4 fisici cubani di studiare in quella Università: ma la collaborazione è continuata ed ha consentito ad una ventina di fisici cubani di conseguire la laurea o il dottorato a Parma ed al laboratorio del MASPEC del CNR (il più recente un paio di anni fa).⁶ Ci sarebbe da chiedersi quali sarebbero stati gli sviluppi se Levialdi non fosse deceduto!

La presenza dei professori "occidentali" ebbe comunque caratteri variabili ed aleatori, ed anche se giocò un ruolo fondamentale non consentì di strutturare un piano di studi stabile. Nel 1968 poi tutti i professori "occidentali" che rimanevano fecero ritorno nei loro paesi. Devo confessare che non sono riuscito a capire bene i motivi di questo evento, ma mi pare di capire che vi sia stata una decisione cubana, della quale non ho colto tutte le motivazioni, ma che in parte deve essere stata di carattere politico burocratico (ricordiamo che il 1968 fu un momento di svolta internazionale, in cui Cuba si legò maggiormente all'URSS): questa decisione non impedì comunque altre importanti iniziative "occidentali" che vedremo tra breve.

Intanto nascevano molte iniziative mirate, a cui possiamo solo accennare per sommi capi, anche se hanno giocato un ruolo determinante nella formazione del sistema scientifico. Nel 1962 venne creata l'Accademia delle Scienze di Cuba, per promuovere la ricerca scientifica: al suo interno si svilupparono gruppi di ricerca, poi istituti, di meteorologia (fondamentale in paese tropicale, dove i cicloni devastanti, a differenza degli altri paesi dei Caraibi, praticamente non mietono vite umane), geofisica, astronomia, ed anche le attività di fisica nucleare. La metrologia e l'introduzione del Sistema Internazionale di misura crearono problemi per tutto il decennio. Nel 1964 venne creata l'Università Politecnica. Nel 1965 per volontà di Fidel venne creato il CNIC (*Centro Nacional de Investigaciones Científicas*) come istituzione finalizzata a promuovere e sviluppare l'attività scientifica in molteplici campi. In termini generali, sembra di capire che le iniziative dirette di Fidel

⁶ Può essere interessante osservare, *en passant*, che vi sono stati molti altri casi al di fuori della fisica di rapporti di italiani con Cuba. Il più notevole è senz'altro quello di Antonio Meucci, che lavorò al teatro Tacón de L'Avana, dove attorno al 1850 eseguì i primi esperimenti che lo portarono all'invenzione del telefono. Italo Calvino nacque nel 1923 a Cuba, dove suo padre dirigeva un centro sperimentale sull'agricoltura: egli è poi ritornato a Cuba (e lì ha contratto il matrimonio con la sua compagna argentina), dove ha stretto relazioni con giovani scrittori cubani: nel 1996 è stato istituito, con la collaborazione dell'ARCI e dell'Ambasciata d'Italia, il "Premio Letterario Italo Calvino" per giovani scrittori cubani.

abbiano costituito un canale specifico, quasi parallelo, di sviluppo della ricerca scientifica (come del resto per tutti gli aspetti sociali ed economici).

Intanto avvenivano scelte importanti per l'attività di ricerca. Si svolse un dibattito serrato su quali settori fossero importanti per lo sviluppo del paese, cui contribuirono anche fisici italiani (Amati, Fieschi, Vitale) e francesi (Vigier) partecipanti al "Congresso Culturale de L'Avana" nel gennaio 1968, i quali scongiurarono lo sviluppo della fisica delle alte energie e consigliarono la fisica dello stato solido. Questo indubbiamente influenzò il dibattito, e di fatto *la SF della UA fece la scelta drastica di concentrarsi nella fisica dello stato solido*, e tutte le altre attività si trasferirono ad altre istituzioni, con scelte personali anche drastiche. Alla fine degli anni '60 nacque l'Istituto di Fisica Nucleare (IFN) in cui, con successivi ampliamenti e trasformazioni, si sviluppò la fisica nucleare, appoggiata direttamente dall'URSS.

Fu in questo contesto che, nel 1967, fecero ritorno i primi 6 laureati in fisica nell'URSS: rimasero tutti nella SF della UA. Ho colto dalle testimonianze (spesso comprensibilmente reticenti) di notevoli scontri con gli studenti rimasti a Cuba, che giocavano un ruolo di primo piano nella direzione e sostenevano un progetto naturalmente molto diverso dal sistema sovietico. In ogni caso questo ritorno consentì per la prima volta di stabilizzare un piano di studi, che fu ispirato a quello sovietico. Il 1970 fu molto importante perchè si ebbe un numero rilevante di lauree in fisica nella SF della UA (più i primi 20 ingegneri-fisici alla UO), che costituirono una "massa critica" sufficiente per promuovere in modo più deciso le attività di ricerca, coprendo anche le necessità di fisici delle altre istituzioni.

Intanto vi fu un ulteriore intervento di grande importanza della scuola "occidentale". Il "Congresso Cultura de L'Avana" lasciò infatti un'eredità concreta, con la promozione di "Scuole Estive" (non solo di fisica) che dal 1968 al 1972 portarono a Cuba decine di scienziati "occidentali", i quali impartirono a migliaia di cubani corsi avanzati (nel 1970, 172 professori da vari paesi, più di mille studenti cubani). Almeno i fisici erano naturalmente di estrazione politica di sinistra, e volontari. Fisici italiani (Vitale, Preziosi, Iadonisi, Mambriani, ed altri) introdussero nel 1970 e 1971 il corso PSSC per l'insegnamento della fisica nella secondaria. I fisici francesi (C. Weisbuch, G. Lampel, J. M. Debever, B. Cocqblin, J. Cernagora, J. F. Jaquinot, J. Pollard, J.P. Pinceaux, J. P. Cervanl, D. Bois) impartirono corsi avanzati e portarono materiali ed apparecchiature, aggirando così l'embargo: vedremo subito una ricaduta determinante. Anche per le Scuole Estive confesso di non avere capito bene il motivo della loro interruzione, a quanto pare brusca, nel 1972, ma mi pare di capire che siano state determinanti rigidità burocratiche da parte cubana, che a dire il vero non mi meravigliano (Bruno Vitale mi ha parlato di ottusità cubane nell'interruzione dell'esperienza italiana nel 1971); penso che vi abbiano contribuito anche ulteriori cambiamenti della collocazione internazionale di Cuba.

In sintesi, *già alla fine degli anni '60 si era formata una base solida di laureati in fisica di buon livello* (Leccabue del MASPEC di Parma mi ha testimoniato che già i primi fisici cubani che visitarono l'istituto erano in grado di inserirsi perfettamente nelle attività di ricerca) e *si erano avviate le prime solide attività di ricerca di carattere continuativo*. Anche la collaborazione con l'URSS si consolidò (forse anche in conseguenza delle scelte politiche, che legarono più strettamente il paese a Mosca), sebbene lo sviluppo di importanti settori di ricerca siano dipesi in modo determinante da collaborazioni "occidentali", come vedremo subito.

5 – Il decollo del sistema scientifico cubano.

Le attività di ricerca fiorirono negli anni '70: fisica nucleare, elettronica e microelettronica, ottica ed optoelettronica (è del 1973 il primo laser realizzato interamente a Cuba, all'Istituto Tecnico Militare), meteorologia, astronomia, geofisica, fisica medica. La UO sviluppò attività di ricerca in fisica applicata. Vi fu anche una breve esperienza di lauree in fisica all'Università de Las Villas.

Discuterò solo il caso della *microelettronica*, perché presenta più di un aspetto significativo e in qualche modo emblematico. Il Che era convinto dell'importanza strategica dei dispositivi elettronici a stato solido. Abbiamo visto l'avvio di queste ricerche alla metà degli anni '60 nella UA, basandosi sulla tecnologia del germanio. Le Scuole Estive apportarono un'innovazione fondamentale, poiché i francesi portarono la tecnologia planare del silicio. Nella UA venne costituito così il Laboratorio di Tecnologia Planare (LTP) in cui questa tecnologia venne sviluppata. Un aspetto molto significativo è che fin dall'inizio i cubani avevano il progetto esplicito di sviluppare questa tecnologia con scopi applicativi, per realizzare cioè una fabbrica per la produzione di componenti, con l'ambizione di diventare i fornitori del campo socialista, compensando appunto in settori ad alta tecnologia le carenze nelle materie prime e i prodotti di base.

Vi fu quasi subito una scelta parallela, che in qualche modo rifletteva la gestione cubana accentrata: nel Politecnico venne infatti istituito un secondo centro (CIME), che era praticamente una fotocopia del LTP. Non sono riuscito a capire sinceramente i motivi che determinarono questa scelta e, anche se la maggior parte degli intervistati ha cercato di insistere sulla sinergia tra i due laboratori, alcuni mi hanno testimoniato chiaramente l'esistenza, almeno agli inizi, di rivalità e contrasti piuttosto furiosi. In ogni caso, si deve sottolineare che *verso la metà degli anni '70 Cuba aveva realizzato una tecnologia microelettronica di media integrazione di alto livello, assolutamente competitiva rispetto ai paesi più avanzati e con maggiore tradizione dell'America Latina, cioè Argentina e Brasile: e si deve insistere sul fatto che questo rilevante successo era stato ottenuto in un periodo brevissimo di 10-15 anni, iniziato con sforzi propri e realizzato con l'aiuto dei fisici francesi per quanto riguardava i materiali, ma praticamente senza apporti significativi da parte sovietica*. Si potrebbe concludere, almeno per questo settore, che l'appoggio sovietico fu fondamentale sul piano dell'istruzione (sia pur dopo un grosso sforzo iniziale fatto dai cubani con i fisici "occidentali"), mentre fu molto minore per lo sviluppo della ricerca. Il CIME stabilì anche, attraverso l'UNESCO, una cooperazione con l'Università di Toronto. Negli anni successivi però la collaborazione con l'Istituto Ioffe di Leningrado, che non era decollata nel decennio precedente, si sviluppò e divenne determinante.

È molto significativo infine il destino di questo settore di ricerca, e non solo per quanto riguarda Cuba. Negli anni successivi, infatti, si sviluppò la microelettronica ad alta integrazione, che richiedeva un impegno tale da essere possibile solo nei paesi più avanzati, e tagliò definitivamente le ambizioni di tutti i paesi più deboli in questo settore. Nella seconda metà degli anni '70 il settore della microelettronica a Cuba decadde, il LTP venne sciolto e le attività del CIME riconvertite. La fabbrica che era stata progettata per la produzione di componenti (per la quale era stata scelta, si noti, una tecnologia spagnola) partì con fatica e non raggiunse mai i livelli che ci si erano proposti, sia come tecnologia che come produzione. Si tratta, come dicevo, di una vicenda che può insegnare molto. Non fu infatti un "errore" dei cubani (anche se possono essere stati commessi errori nella conduzione). Molti paesi in via di sviluppo, infatti, avevano puntato su questo settore per la loro crescita tecnologica e industriale: in linea di principio, e visti i primi risultati, sembrava una scelta giusta, ma i progetti furono frustrati da un fattore imprevedibile, di carattere tecnico ed economico, come fu appunto lo sviluppo dell'alta integrazione. Mi sembra un caso che meriterebbe studi più approfonditi, interessante per sviluppare i complessi legami tra sviluppo tecnico scientifico e capitalismo.

Alla metà degli anni '70 il sistema scientifico cubano aveva raggiunto una prima strutturazione, e su questa base era in piena crescita. Non possiamo entrare in dettaglio nell'analisi degli altri settori. Una Commissione analizzò in termini approfonditi lo stato delle scienze di base⁷. Per quanto

⁷ *Estado Actual de las Ciencias Físicas en Cuba*, 1976: rapporto elaborato da H. Pérez Rojas, D. Stolik Novigrod, J. Fuentes Betancourt, C. Rodríguez Castellanos, A. D'Costa Méndez, R. Alvarez Morales, B. Lazo Olazábal, E. García Tarajano, J. González, M. Ramos Vázquez, O. Arias Fuentes; in *Las Ciencias Básicas: Examen Preliminar de su Situación Actual en Cuba y a Nivel Mundial*, Consejo Nacional de Ciencia y Técnica, Dirección de Ciencias Exactas y Naturales (Presidente Ing. José Altshuler).

riguarda la *fisica* si contavano 15 istituzioni di ricerca che lavoravano su un ampio spettro di problemi, prevalentemente applicati. Il numero totale di laureati in fisica era di 429 (in 15 anni! Senza contare gli insegnanti di secondaria, che vengono formati in una struttura universitaria indipendente, gli Istituti Superiori Pedagogici). Vi è un aspetto interessante da sottolineare, perché differisce profondamente dalle consuetudini dei nostri ambienti scientifici: il totale dei lavori scientifici pubblicato era di 141 su riviste nazionali e 59 su riviste straniere (di cui rispettivamente 100 e 20 dalla SF della UA; il numero maggiore di pubblicazioni su riviste straniere, 32, era nell'area di geologia e astronomia). *Fino a non molto tempo fa, infatti, a Cuba non era molto importante pubblicare i risultati scientifici: più importante era il ruolo concreto che essi avevano nel contesto economico e sociale nazionale. Quindi il numero dei lavori non riflette affatto la quantità e la qualità dei risultati.* All'inizio del decennio era cominciata a Cuba la preparazione di Masters (una trentina nel decennio), mentre vi erano stati i primi laureati che si erano recati in URSS per preparare il Dottorato: il primo Dottorato venne ottenuto nel 1974, e il numero totale nel decennio fu di 26; nel 1979 venne approvata la prima tesi di Dottorato preparata a Cuba.

Nel 1974 si tenne il primo incontro dei fisici cubani, e nel 1975 il 4^o SLAFES (*Simposio Latino Americano de Física del Estado Sólido*) venne organizzato a L'Avana e costituì una testimonianza concreta del livello competitivo raggiunto dalla fisica cubana. Nel 1974 venne creata una direzione centrale della ricerca, che passò poi attraverso varie trasformazioni.

Alla metà degli anni '70 si verificò una svolta generale per il paese e le sue istituzioni, comprese quelle scientifiche, con l'avvio di una fase di istituzionalizzazione e sistemazione generale, di centralizzazione e di tendenza a copiare l'organizzazione dell'Unione Sovietica: fu approvata la Costituzione, venne istituita la Asamblea del Poder Popular, vennero indette elezioni, si tenne il Primo Congresso del Partito Comunista di Cuba, il paese entrò nel COMECON, iniziarono i piani quinquennali.

Di questo nuovo quadro fece parte la creazione nel 1976 del Ministero di Educazione Superiore (MES), che sembra avere avuto, almeno inizialmente, conseguenze non del tutto positive sull'insegnamento e sulla ricerca. Il MES introdusse dall'alto notevoli cambiamenti nei piani di studio e nella struttura dell'insegnamento, riorganizzò le Facoltà e promosse un riordinamento della ricerca scientifica, valutando che essa si trovava in una situazione caotica. Si sviluppò una politica in favore dei centri meno sviluppati, che spesso interferì con lo sviluppo delle attività in corso. Nella didattica iniziò un periodo di estremo rigore e rigidità, privilegiando gli aspetti metodologici, che mortificò almeno in parte lo spirito "romantico" e la creatività della fase precedente. Gli effetti negativi si fecero sentire in maggior misura nelle istituzioni meno consolidate come la UO.

Nel 1978 venne fondata la Società Cubana di Fisica.

Nel 1980 vi fu un avvenimento significativo, anche sul piano scientifico: nel primo volo spaziale congiunto sovietico-cubano, a bordo del volo orbitale Saliut-6 con l'astronauta cubano Tamayo, vennero effettuati 20 esperimenti scientifici in assenza di gravità, alla cui preparazione avevano collaborato circa 200 specialisti cubani, e tre dei quali erano stati completamente realizzati a Cuba.

6 – Maturità e culmine del sistema scientifico cubano negli anni '80.

Come ho premesso, a partire dagli anni '80 la mia conoscenza degli sviluppi del sistema scientifico cubano non ha raggiunto gli stessi livelli di profondità e completezza dei decenni precedenti. La ricostruzione e le valutazioni di questo periodo sono complicate da vari fattori: in primo luogo, avvicinandosi al presente diminuisce ovviamente la prospettiva temporale necessaria per un'analisi storica; inoltre, la complessità del sistema scientifico cubano è naturalmente aumentata considerevolmente, con la creazione di nuovi enti e centri e la ristrutturazione e il potenziamento di altri. Ma oltre a questo ho tratto la netta impressione che nella nuova impostazione accentrata vi siano state scelte importanti che sono state attuate in modo accentrato e

piuttosto autoritario, ed hanno generato forti contraddizioni e tensioni, ripercuotendosi negativamente sul resto: questo sembra essere avvenuto in particolare per il forte impulso dato al settore nucleare con la decisione di avviare la costruzione della centrale elettronucleare di Juraguá. Si può pensare che si fosse chiusa la prima fase “romantica” del processo di costruzione del sistema scientifico cubano, anche se non vi è dubbio che lo slancio e la volontà dei fisici cubani non vennero meno, pur se vi furono delle tensioni e delle contraddizioni.

La *fisica nucleare*, a quanto pare, venne così a costituire un settore privilegiato, strutturato in modo abbastanza indipendente dal resto del sistema scientifico cubano, assegnandole ingenti risorse materiali, tecniche e umane: questo sembra avere comportato scelte umane difficili, generato notevoli tensioni e forse anche rivalità con altri settori di ricerca, che di conseguenza subirono delle limitazioni. Non è facile ovviamente raccogliere testimonianze obiettive su vicende così delicate, soprattutto in un sistema come quello cubano. Nel 1980 furono create la Commissione per l'Energia Atomica (CEAC) e la Segreteria Esecutiva (SEAN). La direzione del settore venne affidata a “Fidelito”, un figlio di Fidel laureato in fisica. Lo sdoppiamento fu ad esempio evidente per quanto riguarda l'università e il corso di studi: mentre nella UA la SF divenne la nuova Facoltà di Fisica e mantenne il proprio piano di studi e l'attività di ricerca specializzati nella fisica dello stato solido, per preparare i fisici e gli ingegneri nucleari venne creata una seconda università indipendente (situata a 200 metri dalla Facoltà di Fisica), l'Istituto Superiore di Scienze e Tecnologie Nucleari (ISCTN), che fornisce quindi una laurea in fisica piuttosto diversa ed ha assunto il rango di istituzione elitaria, anche nella scelta dell'ingresso degli studenti. Dall'istituto in cui si erano sviluppate in precedenza le attività nucleari venne creato il Centro di Studi Applicati allo Sviluppo Nucleare (CEADEN), incorporato poi nel Polo Scientifico Occidentale. Queste brevi annotazioni danno un'idea della complessità assunta dal sistema scientifico cubano.

Sia pure al di fuori di questo settore privilegiato, l'elettronica continuò ad essere considerata un settore strategico. Per risollevarsi dal declino inesorabile della microelettronica, nel 1986 venne lanciato un “Fronte dell'Elettronica”, e nel 1988 fu assegnato all'ACC un Programma Nazionale di Microelettronica, con il compito di coordinare tutte le istituzioni con l'industria elettronica, informatica, e l'automazione. La fabbrica che era stata progettata nel decennio precedente entrò in funzione ma, anche se produsse qualche circuito integrato, per lo più assemblò apparecchiature da *chips* importati, e non raggiunse mai il livello sperato. Un'iniziativa importante, come scelta strategica, fu la creazione nel 1986 nella UA dell'Istituto di Materiali e Reagenti per l'Elettronica (IMRE), legato alle Facoltà di Fisica e di Chimica, per la produzione di materiali, laser, strumenti optoelettronici e fisico-chimici, e come supporto ad altre aree scientifiche, industriali e sociali.

Una significativa impresa scientifica testimonia della vitalità e delle caratteristiche peculiari della fisica cubana. Nel 1987, appena sei mesi dopo la scoperta della superconduttività ad alta temperatura, venne ottenuto nella UA un superconduttore ceramico ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$) con temperatura di transizione di 92 K. Ciò fu reso possibile dal fatto che negli anni precedenti si era lavorato su ceramiche magnetiche con struttura simile ai superconduttori. Quando si seppe della scoperta ci si dedicò subito a sperimentare la superconduttività con un metodo piuttosto artigianale, verificando lo stato superconduttore per mezzo della levitazione magnetica, a temperatura fissa, con un'apparecchiatura rudimentale: essendo disponibile idrogeno liquido, si riempì un thermos, sul quale si dispose la pasticca. Dopo questo risultato, Fidel Castro in persona appoggiò la creazione nella UA di un Laboratorio di Superconduttività: alla prima pubblicazione nel 1990 ne sono seguite una trentina su riviste internazionali, e sono state preparate varie tesi di Master e di Dottorato.

A Santiago di Cuba venne creato un grosso Centro di Ricerche di Energia Solare, appartenente alla ACC, e nella UO un Centro di Biofisica. Crebbe anche il numero di fisici impiegati negli ospedali e nel sistema sanitario, con il diffondersi nel paese dei servizi di radioterapia e di medicina nucleare, ma anche in centri di ricerca e sviluppo, nella progettazione di apparecchiature diagnostiche, e nel controllo di qualità.

Vennero creati un Ufficio ed un Centro per il ciclo completo di progettazione e produzione di strumenti scientifici ottici e di laser: questo consentì anche la costruzione di apparecchiature elettroniche, laser per fisioterapia ed apparecchiatura di chimica analitica, che di solito vengono prodotti nei paesi sviluppati.

7 – La situazione nel 1990.

Dopo questi cenni molto succinti, vale la pena di riassumere sinteticamente il livello raggiunto dal sistema scientifico cubano nel 1990, anno che separa per forza di cose un “prima” e un “dopo”.

Nel 1990 tre Università – UA, UO, a Santiago di Cuba, e ISCTN – laureavano una media di 50 fisici all’anno, con una solida formazione teorica e sperimentale orientata verso la ricerca scientifica, fortemente influenzata dalla scuola sovietica ma non senza forti influenze internazionali, anzi, con tratti originali. La preparazione degli insegnanti avveniva invece nella rete indipendente di Istituti Pedagogici. Un sistema diffuso di Istituti Speciali Pre-Universitari fornivano un eccellente vivaio di giovani preparati (che ottenevano brillanti risultati nelle Olimpiadi Internazionali di Fisica, Chimica e Matematica). I laureati in fisica trovavano lavoro nelle università, nei centri di ricerca e nell’industria. Vi erano circa 40 gruppi di ricerca avanzata in fisica pura e applicata, che disponevano di apparecchiature moderne. I campi più sviluppati erano la fisica dello stato solido, la fisica nucleare, l’ottica, la fisica medica, la fisica matematica, ma vi era anche un piccolo gruppo di campi e particelle di livello internazionale. I fisici erano inoltre presenti in gruppi interdisciplinari di meteorologia, geofisica, astronomia, microelettronica, metallurgia, metrologia, robotica, informatica, neuroscienze, biologia molecolare. La maggior parte dei 129 PhD (circa 10 all’anno negli anni ’90) erano nei campi dei solidi e nucleare. I fisici cubani avevano accesso agli istituti elitari dell’URSS, ma avevano collaborazioni anche con l’Europa e l’America Latina (ICTP, CLAF, IAEA, IUPAP, FELASOFI). Si organizzavano regolarmente a Cuba eventi scientifici internazionali prestigiosi. La Società Cubana di Fisica contava circa 500 soci, e dal 1981 pubblicava una Rivista ed organizzava un congresso triennale.

8 – Crisi, resistenza e ripresa.

Le vicende più recenti costituiscono un altro capitolo rispetto a quello affrontato in questa relazione. Non perché esse non costituiscano un aspetto estremamente interessante del tema Scienza-Democrazia. Ma per affrontarle con la dovuta serietà ed obiettività non sarebbe più sufficiente una ricerca di tipo storico, non solo perché queste vicende sono troppo vicine temporalmente per consentire un minimo di prospettiva storica, ma soprattutto perché sarebbe necessario affiancare un tale approccio con ricerche di tipo statistico, sociologico e politico. In particolare, un’analisi della situazione attuale della scienza a Cuba non può prescindere da una valutazione della situazione sociale ed economica del paese, delle scelte più generali degli ultimi 15 anni, che coinvolge aspetti squisitamente politici. Io credo che un tale approccio sarebbe oggi più che mai necessario, perché anche la simpatia e l’appoggio a Cuba non può più essere, a mio parere, indiscriminato e richiederebbe analisi più dettagliate e spassionate della situazione interna, che però sembrano mancare, dividendosi salomonicamente le posizioni tra un appoggio indiscriminato ed una critica radicale, forse entrambi un po’ astratti.

Per quanto riguarda la fisica, occorre comunque riconoscere che visitando e lavorando negli istituti universitari e scientifici cubani ci si trova senz’altro in presenza di un sistema scientifico tuttora vitale e dinamico, pur tra enormi difficoltà, anche perché a quelle relative propriamente all’attività scientifica si sommano le difficoltà generali del paese, la situazione economica e il degrado delle strutture. Quando si saluta un cubano chiedendogli “Que tal?”, la risposta più comune è “Aquí, luchando!”.

Senza dubbio il crollo dell’URSS causò nella fisica cubana, come nell’intero sistema scientifico, una tremenda caduta di tutti i tipi di risorse ed una diminuzione degli scambi internazionali e dell’informazione scientifica. Le difficoltà si ripercossero maggiormente nelle attività di ricerca

sperimentale, per la mancanza di parti di ricambio, per l'obsolescenza delle apparecchiature e l'impossibilità di sostituirle, per la mancanza di materiali o reattivi (ma anche per gli *apagones* ed innumerevoli altre difficoltà materiali). Il punto fondamentale da sottolineare è però che, malgrado questa situazione, la massa critica di fisici con una laurea o un Dottorato, la stabilità raggiunta da molti settori di ricerca, in una parola la maturità dell'intero sistema scientifico cubano, hanno consentito di reggere il tremendo impatto, malgrado le fortissime ripercussioni negative. Molti settori, istituzioni, gruppi ed attività sono stati riformati o riconvertiti. Alcuni gruppi di ricerca sono scomparsi, ed altri hanno dovuto ridimensionare la loro attività. Si stima che un centinaio di fisici abbia abbandonato il paese, mentre altri sono passati ad altre attività. Un aspetto preoccupante è che l'età media dei ricercatori aumenta, e si valuta che tra 5 anni rimarranno in servizio poco più della metà degli attuali Dottori (ma in Italia sarà molto diverso? Con l'aggravante che qui nessuno sembra preoccuparsene).

In questa situazione si sono rivelate di vitale utilità quelle relazioni che i fisici cubani avevano stabilito con paesi "occidentali": oggi sono molti (in senso relativo) coloro che usufruiscono di visite o *stages* in Spagna, Messico e in altri paesi dell'America Latina, mentre sono utilissime le sia pur limitate visite all'ICTP di Trieste, ed al MASPEC di Parma.

Malgrado ciò, anche grazie ad aiuti internazionali, le capacità di calcolo sono considerevolmente aumentate e migliorate, così come l'accesso all'informazione scientifica. Questo ha comportato lo spostamento di molte attività sperimentali a quelle di simulazione e modellizzazione, ma ha anche modificato così l'equilibrio tra attività teoriche e sperimentali.

Nel 1998 venne definitivamente abbandonato il progetto di costruzione della centrale elettronucleare di Juraguà: ciò ha comportato anche una ridefinizione delle attività di ricerca e dell'insegnamento dell'Istituto di Scienze e Tecnologie Nucleari de L'Avana.

Il futuro della fisica e della scienza cubane dipenderà naturalmente in modo determinante dall'evoluzione della situazione politica interna e della congiuntura internazionale.