

CMC
CENTRO CULTURALE DI MILANO

Per il ciclo di incontri
“Percorsi della scienza”

“Le radici della scienza moderna”

La cultura cristiana di fronte ai misteri della natura

Interviene

Peter Hodgson

Fisico nucleare, Docente di fisica e matematica, università di Oxford,
membro del Pontificio Consiglio per la Cultura

Coordina
Carlo Sozzi

Milano
29 aprile 2004

©**CMC**
CENTRO CULTURALE DI MILANO
Via Zebedea, 2 20123 Milano
tel. 0286455162-68 fax 0286455169
www.cmc.milano.it

SOZZI – Buonasera, il titolo del ciclo è *Alle radici della scienza moderna* e l'incontro di questa sera è *La cultura cristiana di fronte ai misteri della natura*.

I risultati che la scienza moderna ottiene, le scoperte e le invenzioni destano nelle persone sentimenti contrastanti, che vanno a volte dall'entusiasmo per gli evidenti benefici che la scienza procura alla nostra vita materiale, fino alla diffidenza, talvolta causata dal timore – qualche volta nemmeno un timore chiaramente motivato – per i mutamenti anche drammatici che un uso non attento della scienza stessa può introdurre nel nostro ambiente o nel nostro modo di vivere. Si pensi, per esempio, ai problemi della produzione d'energia, o a quelli suscitati dagli organismi geneticamente modificati, o alle tecnologie di comunicazione che si teme possano arrivare a invadere la privacy.

In ogni caso i frutti della scienza appaiono spesso come il risultato scontato del progresso umano, quasi fossero conseguenze necessarie, una specie di automatica derivazione di una sorta di meccanismo evolutivo della cultura stessa. Inoltre l'evidente legame tra il progresso scientifico, l'innovazione industriale e il progresso economico, tende ancora di più a concentrare l'attenzione sulle conseguenze della scienza più che sulla scienza stessa, sul suo metodo e sulle sue origini. E quindi raramente ci si interroga sul significato che la conoscenza scientifica apporta all'esperienza umana.

Ma la scienza è innanzitutto un modo particolare di guardare la realtà. Questo atteggiamento concentrato sulle conseguenze trascura di rendere ragione di alcuni fatti. Innanzitutto il fatto della realtà storica, quel particolare modo di guardare e interrogare la realtà, che chiamiamo scienza, nasce e trova la sua maturità nell'Europa cristiana. Da dov'è scoccata dunque, a un certo punto, la scintilla della scienza?

L'altro fatto, su cui la scienza si appoggia ma che non può spiegare, è messo in luce dalla celebre frase di Einstein: “La cosa più incomprensibile dell'universo è il fatto che esso sia comprensibile”. Siamo quindi particolarmente lieti che a parlarci di questi temi sia uno scienziato di fama internazionale, che ha potuto per molti anni osservare “da dentro” la scienza e gli scienziati in azione. Il professor Peter Hodgson è docente emerito di fisica nucleare presso l'Università di Oxford, dove ha insegnato per quarant'anni fisica e matematica. Il professor Hodgson vanta una lunga e brillante carriera di ricerca nel campo della fisica delle reazioni nucleari e della struttura del nucleo, testimoniata da oltre trecento articoli su riviste scientifiche specialistiche. Ha diretto il gruppo fisica nucleare teorica del laboratorio di fisica nucleare dell'Università di Oxford, ed è inoltre membro del corpo accademico del *Corpus Christi College* di Oxford. È presidente del segretariato per le questioni scientifiche di Pax Romana, associazione internazionale di intellettuali professionisti cattolici per il dialogo tra differenti culture e per lo sviluppo pacifico e sostenibile. È stato consulente del consiglio pontificio per la cultura, è stato membro del consiglio dell'associazione di scienziati atomici dal '52 al '59 e, per un triennio, direttore della rivista dell'associazione stessa. È autore di diversi libri, tra cui alcuni testi scientifici, considerati testi di riferimento nel campo della fisica nucleare, e alcuni testi che contengono interessanti e approfondite analisi riguardo le implicazioni della fisica nucleare per la società civile e riguardano il problema dell'energia. Il professor Hodgson è inoltre autore di numerose lezioni e articoli sul tema del rapporto tra scienza e fede, tra cui alcuni interventi sul caso Galileo. Recentemente ha scritto le voci *Origine cristiana della scienza* e *Energia nucleare*, del dizionario interdisciplinare di Scienza e Fede. È inoltre docente del master in Scienza e Fede dell'Università Pontificia Regina Apostolorum.

Gli cedo quindi molto volentieri la parola per il suo intervento di questa sera.

HODGSON – Signori e signori buonasera, e innanzitutto mi dispiace perché “buonasera” è l'unica parola che conosco in italiano, che è una lingua bellissima. Questa sera vorrei parlarvi delle origini della scienza e penso che per voler cercare di capire le cose fondamentali in maniera appropriata, dovremo cercare di capire come e dove sono le origini di tutto ciò. Il titolo che ho scelto per questo incontro è molto breve, ma ce n'è uno molto più lungo che potrei utilizzare ovvero: “Le origini

giudeo-cristiane della scienza moderna". Ovviamente è un percorso di studio molto lungo, e abbiamo studiato tantissimo il vecchio testamento, e anche nel nuovo testamento abbiamo trovato diversi riferimenti relativi a questo argomento. Vorrei anche fare una distinzione importante tra ciò che io chiamerò scienza primitiva e ciò che chiamerò scienza moderna. Con scienza primitiva faccio riferimento alla conoscenza empirica di quelle che sono tutte le proprietà del materiale, proprietà e materiale che possono essere ottenuti grazie a un'esperienza e un'osservazione molto attenta. Questo ovviamente genera la base di quelle che sono le principali vecchie tecnologie: la lavorazione della pietra, dei metalli, del legno e di altri materiali. Sono quindi le tecniche o le tecnologie che ritroviamo in ogni cultura.

Al contrario con il termine scienza moderna intendo qualcosa di diverso, faccio riferimento alla comprensione dettagliata e precisa di quelle che sono le proprietà e il comportamento dei diversi metodi, metodi che possono essere espressi matematicamente sotto forma di equazioni differenziali – ad esempio le equazioni di Newton per quanto riguarda la dinamica, le equazioni di Maxwell per quanto riguarda le teorie elettromagnetiche, e le equazioni di Maxwell per quanto riguarda la fisica nucleare e conseguentemente atomica.

È una riflessione molto interessante e ampia quella che iniziamo questa sera; basta ad esempio osservare tutto quello che è il grande campo d'azione delle civiltà. Faccio riferimento alle vecchie civiltà, quelle della Cina, dell'India, dell'Egitto, come anche quelle dell'America Centrale e Meridionale, e in particolar modo a quelle della Grecia. Facendo questa osservazione, vediamo che in tutte queste civiltà sono state fatte delle realizzazioni, delle scoperte incredibili, nel campo dell'architettura ad esempio, sono state fatte tante scoperte, degli enormi "sforzi umani", ma questo anche nella storia, nella filosofia, nella matematica, e in diverse altre scienze, che in queste civiltà sono state molto sviluppate. Ci sono però anche delle altre civiltà, all'interno delle quali – nonostante un elevato livello di intelligenza dei popoli – non si è arrivati alla cosiddetta scienza moderna, così come la conosciamo oggi, questa scienza che ha unificato il mondo in un modo del tutto particolare per tutta la storia dell'essere umano. E tutto ciò ha reso la situazione delle nostre vite molto diverse, una comunicazione molto facile, i viaggi che sono così facili oggi, una vita quindi, la nostra, che è oggi molto diversa rispetto a quella delle vecchie civiltà. Quindi vi chiedo e mi chiedo perché questa scienza moderna è così unica e così particolare ed è specifica per la nostra civiltà? Forse potremmo cercare di rispondere in vari modi a questa domanda, peraltro spero che anche voi possiate pensare allo stesso modo in cui la penso io e magari condividere anche qualche idea. La domanda è la seguente: quali sono le condizioni necessarie all'interno di una civiltà affinché la scienza stessa possa svilupparsi. Noi abbiamo delle civiltà senza scienza e delle civiltà con la scienza, quindi, quali sono le precondizioni che servono per far crescere questa scienza, per farla sviluppare, per farla diventare un'impresa autonoma, così come quella che abbiamo oggi. Ora se pensiamo a questa autonomia, a questa indipendenza, che appartiene alla scienza di oggi, possiamo pensare quanto segue. Direi che uno dei primi requisiti, dovrebbe essere quello di avere una struttura sociale ben sviluppata. Grazie a questa ossatura sociale ci possono essere delle persone, dei popoli, quelli che io definirei più fortunati, e credo proprio che noi come popolo siamo in questo gruppo, e questo è per noi è decisamente un privilegio, quindi persone che possono utilizzare il loro tempo e la loro intelligenza per pensare, parlare, discutere di scienza, senza starsi magari a preoccupare di doversi alimentare – cacciare, piuttosto che coltivare, raccogliere i frutti ecc. Quindi, una struttura sociale ben sviluppata è una base fondamentale. Dopodiché serve qualcos'altro, ad esempio una modalità di scrittura, questo vuol dire poter comunicare vicendevolmente, registrare i risultati dei propri sforzi, e tutto ciò può portare a sviluppare delle teorie matematiche. Vuol dire sviluppare anche dei mezzi di comunicazione che ci permettono di parlare con gli altri. Tutto ciò è quello che io definirei condizioni materiali per lo sviluppo della scienza. Queste stesse condizioni materiali sono presenti nelle vecchie civiltà, quelle più antiche. Quindi, per dare una risposta al nostro problema possiamo già iniziare a parlare di queste condizioni, o meglio ancora precondizioni, che, per quanto importanti, non sono tuttavia sufficienti. Questo quindi è il motivo per cui la scienza riesce a crescere e svilupparsi in una civiltà e magari in

un'altra: tutto ciò dipende dalle nostre idee, dal nostro credo: ad esempio, cosa crediamo relativamente al nostro mondo materiale, perché, vedete, alcune idee, alcuni pensieri potrebbero bloccare lo sviluppo scientifico, mentre altri punti di vista, opinioni o idee potrebbero far aumentare questo nostro cammino scientifico, potrebbero migliorarlo. Credo che questo fatto di credere, credere nella scienza o almeno nelle idee sia un fatto positivo. Andare poi a studiare la scienza, anche questo è certamente un fatto positivo. Alcune civiltà hanno visto la materia come qualcosa di cattivo su cui non valeva la pena concentrarsi. Secondo me invece, questo tempo dedicato allo studio e alla scoperta è assolutamente da trovare, è positivo. Dobbiamo anche essere razionali, ovvero quello che scopriamo e descriviamo un giorno deve essere ancora vero e comprovato il giorno dopo. In alcuni casi abbiamo delle scoperte in un luogo che sono vere e applicabili anche in altro luogo. Questo vuol dire che la scienza non è specifica solo per un certo momento o un certo luogo, ma deve valere per tutto il tempo e per tutti i luoghi di questo pianeta. Questo vuol dire che la scienza è razionale, ma in questo senso è anche universale. C'è anche un'altra condizione che riguarda la razionalità della scienza: dobbiamo poter credere che la razionalità non sia una razionalità necessaria, non sia un ordine necessario, perché se noi crediamo che questo fosse un ordine necessario e non potrebbe essere altrimenti, allora noi andremmo a ricadere nelle teorie matematiche più difficili, sarebbe più difficile scoprire qualcosa di scientifico semplicemente studiando la scienza. Dobbiamo quindi credere, contrariamente a ciò che è stato detto, che alcuni metodi devono essere razionali e ordinati, ma devono poter essere altrettanto ordinatamente razionali in un modo diverso. Ovvero per poter scoprire la razionalità della materia noi dobbiamo poter fare degli esperimenti, lavorare sulla sperimentazione. C'è un'altra precondizione o prerequisito per la scienza, ora, se pensiamo alle nostre idee è il seguente: in un certo qual modo la materia nell'universo è aperta alla mente umana, ai nostri cervelli; questo vuol dire che la scienza è sempre un'impresa praticabile. Coloro che qui hanno svolto degli esperimenti scientifici sanno bene che qualcosa può andar male, e se qualcosa deve andare storto, andrà storto di sicuro. Questo vuol dire che ci è richiesta molta pazienza, tanta persistenza, tanta perseveranza e convinzione per poter far sì che una macchina o un esperimento funzioni, e conseguentemente saremo soddisfatti del test. Ora tutto ciò succederà solamente se crediamo che la mente umana sia veramente capace di poter penetrare in tutti i segreti della materia. C'è un'altra precondizione: quando si scopre qualcosa, questo non può essere un segreto da tenere per sé, deve essere assolutamente condiviso con altri, in modo libero, perché sapete che la scienza è stata costruita attraverso i secoli grazie al lavoro di migliaia di uomini e donne; la scienza quindi deve essere condivisa con tutti quanti gli altri. Di conseguenza, e come ultimo punto a queste precondizioni, se ci rendiamo conto che vogliamo scoprire quella che è la materia, saperne di più per aiutare gli altri – ad esempio, scoprendo delle cure per delle malattie, scoprendo qualcosa di nuovo della natura, magari un modo migliore di fare crescere certe piante, dobbiamo conoscere veramente ciò che ci può dare la scienza nel futuro. Cosa intendo con questo: se noi pensiamo alla scienza, se noi pensiamo alle idee e ai concetti necessari per lo sviluppo della scienza occorre assolutamente che queste idee e questi credo siano necessari. Ad esempio, se facciamo di nuovo riferimento a queste antiche civiltà, scopriamo spesso che tante idee che abbiamo oggi non erano presenti. Allora qualcuno pensava che la materia fosse cattiva, negativa, qualcuno pensava che fosse impossibile scoprire qualsiasi cosa. Quindi la domanda più evoluta è la seguente: come tutte queste idee più specifiche sono arrivate a penetrare nel nostro cervello, nella nostra mente umana. Pensando quindi a queste idee, a queste precondizioni, potremmo credere che sia un discorso abbastanza ovvio, abbastanza scontato, ma attenzione, è un discorso ovvio e scontato per noi, perché noi diamo per scontate tantissime cose, come tutto il discorso sulle precondizioni appena fatto, ma questo potrebbe non succedere o non essere successo per tante altre civiltà. Quindi, per cercare di capire come tutte queste idee siano penetrate nella mente umana, dobbiamo cercare di capire quelle che sono le basi, le fondamenta della nostra scienza attuale, e quindi come l'abbiamo creata e costruita. Facciamo un altro salto indietro nel passato: il primo passo in avanti verso la scienza vera e propria si è concretizzato nell'antichità, con i babilonesi, che hanno osservato i movimenti delle stelle e dei pianeti, e poi i greci hanno fatto un

altro passo in avanti, perché cominciavano a porsi delle domande, molte delle quali erano veramente interessanti. Essi si interrogavano sulla struttura della materia, ad esempio se fosse una struttura continua o non continua, se si trattasse di qualcosa di fluido o meno. Altre domande sono state poste dalle civiltà successive, civiltà che però non avevano i mezzi per trovare veramente le risposte alle domande che si ponevano. Uno dei più grandi filosofi greci, Aristotele, ha costruito una sorta di comprensiva e vasta visione del mondo, una teoria che è durata quasi duemila anni di storia. Molto semplicemente tale teoria sosteneva che l'uomo si trovasse al centro dell'universo, che il sole e i pianeti ruotassero intorno alla terra; poi ha compiuto una distinzione tra la materia terrestre, modificabile e corruttibile, e la materia celeste, la materia di cui sono fatti i pianeti e le stelle, ipotizzando che tale materia fosse perfetta, ovvero incorruttibile. Per cui Aristotele credeva che tutto quanto fosse mosso da un obiettivo, da uno scopo: ad esempio, se facciamo cadere un sasso o una pietra, questa tende ad andare verso il centro della terra, e quindi, secondo tale teoria, il posto naturale in cui la pietra dovrebbe stare è il centro della terra, e questo giustifica il cadere della pietra. Il discorso poteva essere molto diverso per quanto riguarda i pianeti o le stelle. Aristotele aveva studiato il movimento, cercando di rispondere alla domanda di com'è possibile che le cose cadano oppure, perché seguono una certa traiettoria se mosse. Questa è la base della fisica, che a sua volta è la base della scienza. Aristotele pensava che il movimento fosse generato dalla persona che a sua volta generava il movimento, ragionando sulla traiettoria. Uno dei grandi sistemi studiati da Aristotele si è basato veramente sulla sua perseveranza, è durato duemila anni, anche se in alcuni casi le sue teorie potevano essere non scientifiche, bloccando per certi versi l'ulteriore sviluppo della scienza come la intendiamo oggi, per cui bisognava ripartire da un altro punto di vista. La nuova partenza è arrivata da un'altra area del mondo. Il mondo antico era dominato da diversi imperi, i siriani, i babilonesi e gli egiziani, popoli che avevano iniziato in quei secoli ad apprezzare e ad esercitare un grande potere, di cui possiamo ricordare ancora oggi grazie alle grandi opere architettoniche che ci hanno lasciato. Vi erano anche però delle tribù nomadi, le tribù degli israeliti, che si distinguevano dagli altri in forza delle loro idee e dal loro credo monoteista. I grandi imperi, in effetti, avevano tanti dei, entità in cui credere, mentre gli israeliti erano diversi perché credevano in un dio potente, che secondo loro aveva creato tutto. Il loro credo e le loro idee sono quelle stesse idee che troviamo in ciò che oggi chiamiamo il Vecchio Testamento. In questo testo troviamo molte delle idee necessarie per lo sviluppo della scienza. Ad esempio, nel primo capitolo della Genesi troviamo la narrazione della creazione del mondo da parte di Dio, della soddisfazione di Dio di fronte al creato, e della sudditanza del creato verso Dio. Dopodiché si fa riferimento alla conquista del mondo, alla comprensione del mondo, e si mostra che il mondo è aperto alla mente umana. Posto che Dio è razionale, questo vuol dire che anche la sua creazione è razionale e ordinata. Vi sono diversi punti nei salmi che vorrei ricordare, che riguardano ad esempio il fatto che Dio abbia creato il mondo in base certe misure, a certi numeri, a certi pesi, espressioni molto ricorrenti all'interno del Vecchio Testamento, in cui potremmo trovare tantissimi altri esempi della cosiddetta regolarità e dell'ordine della natura. Nel libro della Sapienza, possiamo trovare che la stessa saggezza, così è scritto, è un valore che deve essere assolutamente apprezzato, molto più dell'oro e dell'argento, e le ricchezze della saggezza non devono essere nascoste ma addirittura devono essere condivise con gli altri, e questo vuol dire che tutto ciò che conosciamo e sappiamo deve essere liberamente condiviso con tutti gli altri esseri umani. Dopodiché se facciamo un salto in avanti e guardiamo a tutto ciò che c'è nel nuovo testamento, e in questo caso ne prendiamo in considerazione solamente una parte, si fa riferimento al fatto che dobbiamo dare da mangiare agli ammalati, dare da bere a chi ha sete, vestire chi è nudo. Ebbene se facciamo tutto ciò in maniera efficiente ed efficace applicando la scienza che oggi chiameremo tecnologia, ebbene, otterremo dei buoni risultati. Quindi, in questo testamento troviamo di nuovo molte delle idee che sono le basi e i pilastri della scienza. Andando un po' più avanti nel tempo, l'incarnazione di Cristo, è stata un'altra base del nostro progresso scientifico. Ad esempio le antiche civiltà credevano in una sorta di tempo ciclico. Questo vuol dire che dopo un lungo periodo di tempo, migliaia e magari milioni di anni, tutto dovrebbe ritornare allo stesso punto, come se fosse una sorta di circolo vizioso. Capisco che

per noi questa è un'idea molto strana, molto particolare, ma in diverse antiche civiltà e anche in Aristotele c'è questo discorso della ciclicità, che si conclude e che ritorna all'origine. È un'idea, se volete, un po' deprimente, anche perché potremmo domandarci se tutto ciò è già successo tante volte nel passato, se tutto si ripeterà, allora qual è il mio contributo al mondo, cosa ci sto qui a fare, cosa c'è di nuovo per me? L'incarnazione di Cristo è un avvenimento che accade solo una volta nella storia, così questo avvenimento ha spezzato questo circolo vizioso, sostituendo l'idea di ciclicità con l'idea di linearità, ovvero con un inizio, con una fine, con un senso di realizzazione, di soddisfacimento di risultati. Inoltre la stessa incarnazione di Cristo ha generato ancora qualcosa di diverso: ha nobilitato la materia, perché è stata considerata giusta, corretta e necessaria per rappresentare, creare il corpo di Cristo. Quindi per molti secoli, diversi dibattiti sono andati avanti sulla Natura di Cristo. Molto spesso questi dibattiti si sono accesi, sono diventati molto forti, lunghi, e la Chiesa ogni tanto ha riunito dei Concili. Questi Concili erano incontri che andavano a definire con grande precisione quelle che erano le idee della Chiesa. Uno dei concili più importanti è stato quello di Nicea, nel 325. Questo concilio ha portato alla formulazione di un credo. Ma molto spesso citavamo e citiamo ancora queste parole senza capirne il significato, e in modo particolare sono molto importanti per quanto riguarda la possibilità di progresso della scienza. Prima di tutto facciamo riferimento all'affermazione che dice che tutto è stato creato da Dio: Dio ha creato tutto grazie e tramite la propria decisione. Inoltre c'è anche un'altra distinzione da fare: quella tra Cristo, che viene descritto come generato e unigenito, mentre il mondo viene creato, viene fatto. Ora qui la distinzione è veramente sottile, il fatto che Cristo è generato come *Unigenitum*, significa che Cristo è fatto della stessa sostanza del Padre, mentre la materia del mondo è creata, diversa da Dio, ed ha quindi le sue caratteristiche particolari. Quindi anche questa idea ha eliminato tanti altri punti di vista: ad esempio il panteismo, che era veramente molto diffuso nel passato, con la credenza che il mondo fosse una parte di Dio, e questa era una delle idee che ha di nuovo bloccato gli sviluppi della scienza. Questo blocco è stato spostato ed eliminato grazie appunto all'affermazione che abbiamo fatto prima riguardo all'*Unigenitum*. All'interno di queste idee, di questi punti di vista, abbiamo il *per quae omnia factum sunt*, ovvero tutto quanto arriva da Cristo e tramite Cristo, e se esiste, è perché è positivo, è bene. E di nuovo questo è andato a rimuovere delle idee tipiche del vecchio mondo. Quindi quello che possiamo vedere e constatare in queste vecchie idee, nel vecchio testamento ma anche nel nuovo, è che in tutti questi casi troviamo dei credo essenziali per lo sviluppo della scienza. I primi cristiani erano una minoranza perseguitata, e hanno creato degli “incredibili laboratori scientifici”, si aspettavano il ritorno di Cristo, peraltro abbastanza velocemente, e quindi potrebbero aver interpretato a loro modo la scienza. Ma queste stesse idee, che hanno di nuovo gettato le fondamenta della scienza, gradualmente hanno cominciato a permeare le loro menti e a penetrare nei loro pensieri. Quindi, dopo il crollo dell'impero romano c'è stato un periodo abbastanza lungo di confusione sociale: a volte la chiamiamo un'era buia, scura, un periodo oscuro che precedeva lo sviluppo del medioevo. Era una fase particolare dell'alto medioevo: c'era una società molto meno stabile in questo caso, che veniva permeata dalle idee cristiane. Quella era una società all'interno della quale la scienza è stata creata. Molto spesso quello che leggiamo nei libri è quanto segue: ovvero dopo i passi in avanti dall'antica Grecia, l'autorità della Chiesa impedì l'ulteriore sviluppo della scienza. Poi – dopo la sua rimozione – ricominciò a fiorire con il Rinascimento. Ora dopo un centinaio di anni di tecniche scientifiche e di studi, che hanno appunto dimostrato la falsità di questo punto di vista possiamo pensare al medioevo come un periodo fruttuoso e positivo di sforzi, creazioni e sviluppo umano, nella tecnologia, nella teologia, nelle ideologie in generale. Questo è dovuto fondamentalmente alla creazione delle principali università proprio da parte della Chiesa. Ora ovviamente tutti voi sarete orgogliosi del fatto che la prima università è stata fondata proprio in questo paese, a Bologna, poi è nata l'Università di Padova, poi sono seguite delle altre città in Italia e in Europa, è arrivata Parigi, poi Oxford, poi Praga. Tutte queste Università sono state fondate e poi si sono allargate, ampliate, sono state costituite con una base legale ed hanno fornito una sorta di forum di discussione. Ovviamente la Chiesa aveva bisogno di queste università, per poter formare il clero. Ad esempio ad Oxford, da dove vengo, le principali

e più antiche università sono state fondate da dei vescovi, per poter offrire formazione attraverso dei corsi in teologia e filosofia, ma anche in matematica, astronomia, musica e diverse altre scienze e discipline. Dopodiché, faccio riferimento al co-fondatore del College in cui ho lavorato, è nata un'idea rivoluzionaria: che potessero essere ammesse all'università anche le persone ordinarie, i cittadini normali; proprio come se fossero dei futuri appartenenti al clero, dei futuri preti. Comunque è stata un'idea rivoluzionaria, forse molto vicina ai nostri tempi – e qui apro una pagina dolorosa – perché solamente poche decine di anni fa, alle donne è stata aperta la possibilità della formazione. Per quanto riguarda i grandi maestri del Medioevo – Bonaventura ad esempio –, sono insegnanti professori che utilizzavano i concetti dei vecchi filosofi greci, che cominciavano a riapparire in Europa grazie ai testi tradotti. Ebbene queste idee erano utilizzate per definire e discutere con maggior precisione la verità, la fede, oppure per studiare una vasta gamma di problematiche di tipo filosofico. In questo caso la scienza era inclusa, quindi i problemi scientifici erano uno degli ambiti di discussione. Uno dei punti critici dello sviluppo della scienza è stato il lavoro fatto da Buridano. Jean Buridan era un filosofo che insegnava a Parigi; egli era interessatissimo al problema del movimento, di cui ho parlato a proposito di Aristotele. Era veramente colpito da questo interrogativo: perché si spostano gli oggetti? Ora pensando a questo problema, all'interno del contesto della creazione di questo nostro pianeta – ovviamente in quel periodo si credeva alla creazione – egli si spinse molto lontano, fin dall'inizio delle sue teorie, dalla teoria di Aristotele. Aristotele pensava che il mondo fosse eterno, e che tutto ciò che esiste continuerà ad esistere. Al contrario l'insegnamento della chiesa dice che Dio ha creato il mondo, lo ha creato dal nulla e in un momento del tutto particolare che non si ripeterà. Buridano pensava che quando Dio ha creato il mondo, allora a tutte le particelle è stato dato il moto, il movimento. Dio stesso avrebbe risolto il problema del perché, quando qualcosa viene spostato, tende a proseguire il movimento impresso. Ebbene questo moto è proporzionale alla velocità e alla massa dell'oggetto. Quindi, se noi moltiplichiamo la massa per la velocità abbiamo il concetto che ora conosciamo bene di impulso, di momento massimo. Questo concetto di Impeto, ovvero di forza massima, è stato poi sviluppato da Newton nel primo dei principi del movimento.

Abbiamo attraversato questo primo passo in avanti nello studio del movimento che ci ha condotto alla Fisica, che era stata collegata direttamente all'ideologia, al credo Cristiano e alla Creazione. I testi scritti da Buridano e dal suo allievo, si sono diffusi in tutta Europa, ovviamente tutte le università condividevano la stessa lingua che era il latino, quindi immaginatevi la facilità di comunicazione. Dopodiché tutto ciò ha generato qualcosa di interessante, ovvero ha influenzato gli scienziati del Rinascimento. Un altro esempio viene fornito dal lavoro fatto da Keplero, il quale assieme a Brahe, che aveva costruito un osservatorio, e che aveva passato qualcosa come trent'anni nel misurare con grande cura e attenzione le posizioni assunte dai pianeti (effettuando i calcoli e le misurazioni migliori probabilmente fino all'invenzione del telescopio). In tutti queste cifre e numeri dei calcoli che Brahe aveva effettuato c'era veramente nascosto un tesoro, un tesoro di informazioni riguardanti il movimento dei pianeti. Alla fine Brahe è riuscito a calcolare alcune orbite, ad esempio quella di Marte. Keplero aveva a disposizione misure e misurazioni, calcoli e numeri, inoltre disponeva delle misurazioni fornite da Tolomeo, e come aristotelico, pensava che questi pianeti si muovessero su orbite circolari. Ha quindi cercato di applicare il movimento circolare delle orbite applicandola ai calcoli dello stesso Brahe. Ora è stato un problema abbastanza difficile per quanto riguarda il diametro tridimensionale, dovendo riportare calcoli e disegni a mano su carta; è stata necessaria un'incredibile perseveranza lungo i vent'anni di lavoro di Keplero. In questo caso l'osservazione ha generato dei risultati eccezionali. I cristiani credevano però che Dio avesse creato tutto, e di conseguenza questi calcoli dovevano andare d'accordo con la sperimentazione, tutto ciò doveva essere fatto all'interno di questa incertezza che in quel momento permeava questi calcoli. Questo è stato un momento molto traumatico per la storia della scienza, perché si credeva appunto che l'orbita fosse circolare, ma era impossibile far corrispondere la circolarità con i calcoli e i numeri a disposizione. È stato fatto un grande salto in avanti. È stato detto che forse l'orbita non aveva la forma di un cerchio, forse Aristotele si sbagliava. In quel caso, immaginate quanto eroismo

e quanta forza è stata necessaria per fare delle affermazioni del genere. Quindi magari si è pensato che fosse qualcosa di simile a un cerchio, ma che avesse la forma dell'ellisse, schiacciando un cerchio appunto per formare l'ellisse, e questa forma si è dimostrata assolutamente corrispondente agli studi effettuati e ai numeri a disposizione. In questo modo è stato possibile cominciare purtroppo a distruggere tanti punti di vista, calcoli e frasi di Aristotele. Ad esempio, la divisione aristotelica fra materia terrestre e materia celeste è stata indebolita dal fatto che si diceva che Dio ha creato tutto, ed ha creato i pianeti e le stelle con la stessa materia. In seguito è stato Keplero a definire due altri principi: uno che l'orbita è ellittica, e il secondo che i pianeti coprono stesse distanze e stesse aree di ellisse nello stesso tempo, a partire dalla considerazione del raggio medio dell'orbita e del tempo che occorre per una rivoluzione completa (ovviamente più il pianeta è distante dal sole e maggiore sarà il tempo impiegato per la rivoluzione). Tutte queste idee che oggi sono alla base della nostra scienza, sono state trasmesse ai successori. Ed è stato Galileo a scoprire e a descrivere le relazioni matematiche esistenti tra diversi fenomeni. Uno dei più grandi contributi di Galileo è stato quello di cominciare a trasformare le osservazioni in formule matematiche, a studiare come gli oggetti cadono. Ma Galileo ha anche inventato il telescopio, grazie al quale è stato possibile osservare molto meglio i cieli, usato per scoprire, ad esempio, attraverso le famose osservazioni delle montagne sulla luna, che la materia celeste non era né perfetta né immutabile, ma mutevole come la materia propria della terra. Quindi con gradualità il predominio delle idee aristoteliche è stato distrutto, e questo ha aperto la porta alla scienza moderna. Inoltre la fisica è arrivata alla maturità con i lavori di Newton, considerato ancora oggi il più grande maestro della fisica. Egli ha formulato i suoi tre principi, la legge del movimento con la legge di gravità. Ora in una presentazione fatta negli stati uniti nel 1925 il filosofo e matematico Alfred North Whitehead ha fatto riferimento alla domanda sull'origine della scienza. Ha dichiarato che riusciva a identificare il punto di origine della scienza con la teologia medievale. Quindi la teologia medievale è ciò che ha creato, gestito, fatto penetrare nelle menti europee, almeno in quel momento, l'idea che tutto quanto è realizzato in modalità ordinata, e quindi che qualsiasi fenomeno può essere misurato, può essere correlato con i propri antecedenti e questo può essere fatto in modalità assolutamente perfetta in modo tale da esemplificare quelli che sono i principi generali scientifici. Questo discorso ha penetrato le menti degli europei soprattutto grazie alla teologia e ai teologi medievali. Quindi questo punto di vista giudeo-cristiano sul mondo – che come dicevo in precedenza forniva le basi della scienza e che ha reso possibile i primi passi in avanti, le prime evoluzioni verso la scienza propria del medioevo, e la fioritura del rinascimento e un miglioramento delle tecniche scientifiche – tutto ciò è alla base di un'evoluzione, di una crescita continua che vivevamo e viviamo oggi e che ha trasformato tutte le nostre vite. Questo perché è fondamentale secondo me andare a capire, considerando il rapporto che c'è tra scienza e fede, che non siamo solamente di fronte a due fenomeni che non sono tra di loro correlati, al contrario dobbiamo considerare che la scienza aveva le proprie origini nelle idee e nel credo derivato dalla teologia medievale. Era questa l'idea fondamentale di cui volevo parlarvi questa sera. Sono stato in grado di offrirvi solamente un rapido spaccato, una sorta piccola bozza, ma questa secondo me è la modalità che dobbiamo usare per capire e guardare lo sviluppo scientifico nel contesto delle nostre culture.

Grazie mille.

SOZZI - Grazie professor Hodgson. C'è spazio per qualche domanda.

INTERVENTO – Ringrazio per la relazione. La mia domanda è molto semplice: se la sua idea è giusta – e io sono convinto che lo sia – vuol dire che nel momento in cui viene meno la presenza della Chiesa, della visione ebraico cristiana, allora ci si dovrebbe aspettare che in qualche modo la scienza receda. A me sembra di vedere qualche sintomo di questo: parlo per esempio del fatto che ci sono pochi ragazzi che scelgono carriere di scienza esatta, c'è un rifugio in certi tipi di pseudo-scienze, ci sono dei sintomi. Ma la cosa più grave è che certi scienziati non si rendono conto di

questo, che man mano che la presenza della Chiesa viene meno, vien meno anche la scienza ed anzi combattono la presenza della Chiesa. Vorrei sapere cosa ne pensa al riguardo.

HODGSON – Grazie mille. Penso che sia una domanda decisamente interessante. È una percezione che lei ha, che ho anch'io e che vediamo. Quando studiamo la scienza, come si è diffusa sul mondo, sul pianeta, è interessante anche capire, vedere, quanto sia difficile per la scienza andare ad essere gestita e creata in civiltà non cristiane. Questo discorso si confonde spesso con la tecnologia, dunque bisogna fare una chiara distinzione, perché la tecnologia è molto facile da esportare; è abbastanza facile insegnare in altri paesi come fare una bicicletta piuttosto che un apparecchio radiofonico. Molto molto più difficile da esportare è la scienza, appunto perché queste idee fondamentali, questo credo fondamentale non è presente in molti paesi. Ad esempio in molti paesi in generale dell'est. Questo ci porta ad un'altra domanda: se noi entriamo in una società che non è cristiana, cosa succederà alla scienza? Guardi cosa è successo alla scienza nella Germania nazista, guardi cosa è successo alla scienza nei decenni di distruzione scientifica nell'ex Unione Sovietica. Ebbene, questo è esattamente il suo punto, di nuovo la ringrazio. C'è una tendenza che ci dice che la scienza comincia ad essere meno popolare, tanto più le scienze fisiche sono sempre meno conosciute, apprezzate; soprattutto tra i giovani. E questo purtroppo ha a che fare con un materialismo prevalente. La gente tende a dire che la scienza è difficile, difficile da studiare, difficile da capire, per cui lei ha ragione: il numero di giovani che aspirano a diventare scienziati, o fisici, sta regredendo in molti paesi. Penso che sia un processo abbastanza lento: vedo anche io questo declino scientifico, mentre ci stiamo allontanando dalle idee cristiane che erano, a mio avviso, alla base della scienza. Allontanandocene purtroppo scenderà il livello scientifico.

SOZZI - Lei ha parlato della teologia cristiana come fondamento necessario perché nasca la scienza; esiste qualche risvolto educativo, che discenda dalla teologia cristiana che in qualche modo favorisce nella persona un atteggiamento scientifico? O, in altre parole, che cosa nella sua esperienza sostiene la sua curiosità scientifica?

HODGSON - La domanda è interessante ma difficile. Se crediamo che tutto quanto sia stato fatto e sia fatto da Dio, siamo forse spinti ed incoraggiati a guardare a tutto in un nuovo modo e, conseguentemente, ci rendiamo conto che il nostro mondo è costruito in modalità eccellenti, meravigliose. È stato citato Einstein prima, per iniziare la nostra chiacchierata serale e la citazione appunto era che l'unica cosa incomprensibile è il fatto che il mondo è comprensibile e così via. Ebbene, è stato interessante fare questa osservazione iniziale perché è giusto: non è sorprendente il fatto che il mondo è comprensibile, perché è stato realizzato, creato, da un Dio razionale. Però, se non vediamo il mondo come creazione di Dio, visto che il mondo è buono e positivo per cui vale la pena starci dentro e studiarlo, allora se utilizziamo questo punto di vista siamo ancora più meravigliati. Vi potrei fare moltissimi esempi di questo sbigottimento che dovremmo vivere, e magari potrei condividere con voi uno o due di questi esempi. Magari anche la struttura più profonda della fisica nucleare potrebbe essere un esempio. La materia di cui siamo composti originalmente, in origine dal Big Bang, era composta da idrogeno ed elio con delle piccole quantità di altri piccoli nuclei. Erano elementi leggeri. Come sono stati costituiti invece quelli più pesanti che invece adesso fanno parte del nostro corpo e del mondo? Sono stati costituiti da una completa serie di reazioni nucleari che ha avuto luogo nelle stelle. Quindi è letteralmente vero il fatto che tutti quanti noi siamo fatti di polvere di stelle. Ebbene, potete dire a vostra moglie o alla vostra ragazza questo bel complimento, ovvero che sei fatta di polvere di stelle, ma avete veramente ragione. È un discorso che veramente ci sorprende, ci meraviglia se ci pensiamo un attimo. Ad esempio, come è nato il carbonio? Sapete bene che il carbonio è fondamentale per la sopravvivenza, per la vita: tutte le grosse e complesse molecole di cui è fatto il nostro corpo sono basate sul carbonio. Ma come è stato creato, da dove arriva? Ebbene, non è difficile: abbiamo l'idrogeno e l'elio e se abbiamo tre nuclei di elio, tutto ciò che dobbiamo fare è metterli insieme, unendoli abbiamo il carbonio, perché

sapete bene che ogni nucleo di elio è fatto di due protoni, e due neutroni, per cui ce ne vogliono sei per fare il carbonio. Ora il problema è capire come poterli mettere insieme e anche qui non è difficile: cioè ne mettete due insieme, poi ne arriva un altro ed ecco che ne avete tre. Detto così è davvero molto facile. Se cercate di mettere due nuclei insieme, vedete che due nuclei di questi atomi insieme non ci stanno. Prima di veder arrivare il terzo questi due sono già divisi. Bene, come lo creo allora, il carbonio? Se c'è risonanza, che come sapete è un tipo particolare di stato del nucleo, con un certo livello particolare di energia, ebbene questa reazione funzionerà. È stato peraltro studiato da Hoyle, che era ateo. È andato a vedere in biblioteca se c'era risonanza e non poteva neppure riuscire a trovarla nei vari libri che consultava, lui perciò ha continuato i suoi esperimenti pensando che ci dovesse essere una certa risonanza, una certa energia, però non la trovo nelle tabelle e magari avrà detto ai suoi amici: sì, sicuramente io potrò farcela, e gli amici avranno detto: no, non puoi farcela, è una idea pazzesca. E lui: forse c'è qualcosa che non abbiamo ancora scoperto, bisognerà fare ancora sperimentazione. E ha scoperto che c'era un certo livello di risonanza proprio nel livello in cui c'era il livello giusto di energia, cosicché la reazione era stata resa possibile. È stato veramente colpito da questa scoperta, tanto che ha quasi cominciato a credere in Dio, poi però ha cambiato idea, purtroppo. Quale è stato poi il passo avanti in questa catena? L'ossigeno, che viene creato aggiungendo un'altra particella e quindi si è detto: se abbiamo risonanza nell'ossigeno questa deve essere molto veloce, perché purtroppo il carbonio sarà bruciato dall'ossigeno molto velocemente. Quindi sarà impossibile creare questa struttura; si è concentrato sulla struttura dell'ossigeno, ha scoperto che c'era risonanza ma che c'era anche un livello sbagliato di energia, affinché questa reazione potesse avere luogo. Dunque c'è stata una coincidenza incredibile tra i livelli di energia tra carbonio, ossigeno e l'elio, in modo tale che la reazione potesse avere un esito positivo. Tutto questo per dire di quanto può essere difficile capire la materia a livello più profondo. Se poi ci mettiamo alla ricerca di cosa ci sia sotto i vari sistemi biologici, in questo caso potremmo parlare all'infinito. C'è stato un libro intitolato "Il pianeta privilegiato", parlava delle stelle, dei pianeti, delle altre civiltà che potevano forse abitare nello spazio più remoto, ma a parte questo, se diamo una occhiata alle condizioni vere e proprie del nostro pianeta, scopriamo quanto segue, ovvero che è un pianeta molto ben sincronizzato per rendere possibile la vita, c'è una sintonia perfetta. È molto importante avere la luna che ha quella massa e a quella distanza, e quella forma, per avere certe ripercussioni positive sulla terra: è un altro esempio che riguarda la storia straordinaria della sincronia nell'universo, un livello di sintonia, di sincronia fondamentale che rende possibile la nostra vita. Andando avanti con la ricerca scientifica ne troverete tantissimi di questi esempi. Questa è una sorta di meraviglia, che ci colpisce ogni giorno, che ci dovrebbe spingere sempre di più a capire meglio quella che è la struttura del nostro mondo.

INTERVENTO - Mi rifaccio a un articolo pubblicato il 22 di questo mese sul Corriere della Sera, autore Edoardo Boncinelli, filosofo e biologo molto noto che insegna alla università Vita e Salute diretta da Don Verzè. Lui dice: "l'astrofisica ci sta rivelando l'esistenza di forme di materia e di energia mai viste ne immaginate prima". Vorrei sapere se si sa qualche cosa su queste forme di energia.

HODGSON - Grazie anche a lei, però veramente non credo di esserne a conoscenza. Nell'articolo c'è scritto di che tipo di novità sono, dove sono state trovate? No? Penso che possa essere qualche tipo di materia particolare, qualche energia particolare rinvenuta in qualche processo particolare stellare. Sto cercando di pensare. Forse fa riferimento alla morte delle stelle, che può implodere e quindi in questo caso può generare una materia che non è costituita da neutroni solidi, potrebbe essere una materia di neutroni solidi che può pesare centinaia di tonnellate, e quindi in questo caso gli atomi cedono, si spezzano e scompaiono e rimane solamente il nucleo. Mi sembra di vedere però un collega che le può rispondere meglio di me.

INTERVENTO - Boncinelli si riferiva alla cosiddetta energia del vuoto, cioè quella forma di energia che potrebbe render conto del fatto che l'universo non solo si espande, ma si espande aumentando l'accelerazione.

HODGSON - Mille grazie per la delucidazione, perché non mi sembra una semplice chiacchiera di questi giorni, mi sembra interessante però ancora se c'è un fondamento scientifico sperimentale in questo. Ma sicuramente potrai darci nuove delucidazioni, volendo.

INTERVENTO - Lei ha detto prima molte volte che partendo da una ipotesi sbagliata si ferma la scienza. Io ho appena cominciato a fare ricerca sull'equilibrio acido-base nell'uomo, ci sono diverse teorie su questo punto. Volevo chiedere: è più giusto partire da una teoria che non sai se è giusta e andare a verificare quella, oppure è più giusto fare degli esperimenti, vedere l'esito e poi, in base ai dati che mi risultano cerco una interpretazione di quei dati. Se è più giusto partire da una ipotesi, come faccio io a scegliere quella più ragionevole, la più giusta.

HODGSON - Grazie per aver formulato questa domanda perché è interessante sia rispetto alla scienza filosofica, come di fronte alla metodologia scientifica. Come risponderle? Il metodo generale adottato dagli scienziati consiste nel fare quanto segue: se si comincia a studiare un fenomeno particolare si comincia raccogliendo più informazioni possibili che riguardano quel fenomeno, poi si tende a pensare ai dati di quel fenomeno e se si è abbastanza fortunati si potrebbe arrivare a una bozza di idea: "forse questo processo che sto studiando funziona in questo modo", e questa è una ipotesi.

Preferibilmente tutto ciò deve essere espresso sotto formula matematica. Dopodiché andremo a dedurre le conseguenze di questa ipotesi e l'altro passo sarà fare un confronto tra deduzione da una parte e dati sperimentali dall'altra. Quindi lei confronta le implicazioni della sua teoria da una parte, con le osservazioni e sperimentazioni dall'altra. Se c'è un disaccordo, una non corrispondenza, l'idea non va bene, va dunque regolata, modificata o magari rifatta da zero. Questo è uno dei modi tramite cui si è sviluppata la scienza: un dialogo dialettico continuo tra teoria e sperimentazione. Lei fa delle sperimentazioni, deduce come il mondo potrebbe andare, ne trae delle conseguenze e confronta le conseguenze con i suoi esperimenti e così via. Ovviamente lei potrebbe prevedere altri fenomeni che non sono ancora stati misurati, poi se va a fare misurazioni e c'è accordo tra i dati, ecco che in questo caso tutto questo è molto importante perché lei avrà una conferma della correttezza delle sue idee e dunque potrebbe spendere dell'altro tempo, fare un'altra previsione che potrebbe essere sbagliata e così lei modifica la sua idea. Questo è il modo con cui si sviluppa la scienza, la dialettica tra teoria e sperimentazione.

INTERVENTO - La radice cristiana del pensiero scientifico è evidente nel suo momento sorgivo, come è stato brillantemente discusso questa sera. Pensando alla mia esperienza di ricercatore, mi pare di vedere che la posizione cristiana della persona di fronte alla realtà è anche significativa riguardo al punto finale della ricerca, dell'esperienza che io faccio della novità che viene trovata attraverso la scienza. Infatti mi sembra che in un mondo secolarizzato che vuole eliminare il divino dalla realtà, l'esito della ricerca, l'esito di una scoperta è quello di ridurre la realtà, di pretendere di aver fatto indietreggiare il mistero. Mentre l'esperienza di chi è aperto e non ha un pregiudizio è completamente il contrario. Quella positività del reale di cui lei ha parlato prima viene fuori ancora più grande, cioè non viene ridotto, bensì viene amplificato il mistero e la grandezza delle cose. Volevo un commento da questo punto di vista, anche riguardo alla situazione in cui ci troviamo a esercitare il nostro mestiere, perché mi sembra che anche questo porti dentro nella mentalità più diffusa un segno di declino: questo rendersi sterile del punto finale della ricerca.

HODGSON - Grazie, queste osservazioni sono molto valide per il discorso fatto con voi questa sera. Sicuramente la maggior parte degli scienziati, dei ricercatori al giorno d'oggi, e in generale la

maggior parte della gente, cede davvero a questa idea. Però a livello molto profondo – questa idea molto raramente è formulata esplicitamente – è qualcosa che abbiamo quasi istintivamente: le persone che hanno insegnato la scienza, magari in culture tanto diverse, molto spesso scoprono che è estremamente difficile insegnare. Forse non capiscono il motivo, magari gli studenti hanno avuto delle idee istintive sulla causalità, sul tempo sono cose che noi diamo per scontate. Ora tutto ciò si applica alla nostra società, in scienziati e ricercatori che non sono cristiani, che non credono, per cui hanno assorbito dalla cultura cristiana tutte quante queste idee di base, questi principi fondanti. Dopodiché la scienza viene vista e supportata così come la vediamo e supportiamo noi. Però, visto che questo approccio della filosofia cristiana si sta disgregando, secondo me la scienza verrà trascinata verso il basso, perderà qualcosa. Forse è utile fare qualcos'altro, ovvero dire alla gente tutte quelle che sono le nostre idee, parlarne, in modo tale che le persone possano veramente capire quelle che sono le idee che a loro volta sono alla base del lavoro scientifico. Lei sente che c'è la scienza che va a stabilire certe cose, certe verità comprovate, e poi magari c'è la fede in cui puoi credere a tutto ciò che vuoi, senza obbligo né limite. Attenzione, se credi nella scienza vuol dire che ci sono delle idee, un credo, che sono soggiacenti a questa scienza, quindi vuol dire che anche tu credi in alcune cose. Questo potrebbe portare la gente a ritenere che ci sono delle idee sotto la scienza che possono essere fondamentali e ritrovabili in un atteggiamento anche cristiano. Questo vuol dire che la scienza, da questo punto di vista, per chi non ha un credo religioso, potrebbe essere un modo per far vedere quelle che sono le radici e la strada verso il fatto che certe radici sono comuni, tra la nostra storia, tra la scienza e la cristianità. Grazie ancora

SOZZI - Ringraziamo ancora il professore per aver messo in luce in modo così chiaro questa straordinaria e non casuale vicinanza tra le premesse necessarie per la nascita della scienza e la teologia cristiana. Ricordiamo: una ipotesi buona, positiva sulla realtà; un Dio creatore che liberamente crea l'universo razionale; un tempo con un inizio e con una fine, un fine; l'incarnazione poi che nobilita la materia la rende interessante e pensiamo per esempio alla fedeltà incredibile di Keplero ai dati che studiava. È straordinario come possa essere rivoluzionario scoprire, ritrovare una relazione che è sempre stata lì, ma che abbiamo dimenticato, o non viene sufficientemente sottolineata. Grazie ancora.