AGGIUNTA ALLA RELAZIONE DELLE OSSERVAZIONI FATTE IN SPAGNA DURANTE L'ECCLISSE TOTALE DEL 18 LUGLIO 1860, DAL P. A. SECCHI D. C. D. G.

Nella relazione antecedente delle osservazioni da me fatte in Spagna durante l'eclisse del 18 luglio p. p. mostrai specialmente le importanti conseguenze che si potevano trarre dalle fotografie del sole fatte durante la totalità. Per assicurarsi però su di altri punti, richiedevansi le osservazioni fatte in altri luoghi, e singolarmente ciò era necessario per decidere sulla gran questione se le protuberanze erano state identiche nei vari siti, e quindi in tempi assoluti diversi. Per un tale scopo le osservazioni ottiche fatte anche dai più esperti osservatori sarebbero state di poco peso, perchè la fretta, la prevenzione, l'immaginazione di ciascuno e la diversità degli strumenti, hanno troppa influenza nella interpretazione di que' pochi fatti che possono osservarsi alla sfuggita in que' brevi istanti, e di quei cenni con cui sul momento può abbozzarsi la figura delle protuberanze; e il loro rapido coprirsi e scoprirsi fa confondere i cambiamenti reali cogli apparenti. Quindi io aspettava con ansietà i risultati del sig. De la Rue che si era recato con un apparato simile al nostro a Rivabellosa presso Miranda dell'Ebro, luogo distante circa 200 miglia dal *Desierto de las Palmas*, e nel quale la totalità dell'eclisse accadeva nove minuti di tempo prima. Questi risultati essendomi ora pervenuti, posso fare il confronto desiderato che sarà grandemente profittevole per la scienza.

Dalle relazioni del sig. De la Rue (1) si ricava che ancor esso ha incontrato le medesime difficoltà che trovammo noi nei nostri preparativi, per la mancanza totale d'informazione sulla intensità ed efficacia della luce delle protuberanze e della corona.

Nella dubbiozza di una riuscita noi ci eravamo attenuti alla parte più sicura di fare le fotografie piccole, perchè poi

(1) *Times* 5 agosto. *Illustrated London news* 25 agosto.

si sarebbero sempre potute ingrandire, e le immagini dirette avevano già una non mediocre dimensione (23, 5 millimetri). Il sig. De la Rue invece operando con strumento minore e poco potendo contare sulle piccole immagini dirette, anche a rischio, come egli dice, di perder tutto si attenne alle immagini ingrandite: e sì poca era la speranza di riuscirvi, che egli credeva che se pur poteva fissar la corona, le protuberanze su questa sarebbero venute in nero!

Fortunatamente la forte luce delle protuberanze ha vinto tutte le difficoltà, e il sig. De la Rue ha ottenuto immagini abbastanza grandi e vivaci che non solo confermano quelle conclusioni che già tirammo dalle nostre, ma danno anche una guida per distinguere nelle nostre stesse immagini più piccole le più minute particolarità, e togliere ogni dubbio sulla *realtà* degli oggetti in quelle rappresentati. La piccolezza infatti delle nostre figure non avrebbe permesso di decidere su la forma di alcune prominenze, e sarebbe stata intollerabile baldanza l'interpretare per immagini di oggetti reali delle minime sfumature senza che si avessero altri elementi di controllo; e bisognava non conoscere che cosa sia fotografia per fidarsi ciecamente in un oggetto di tanta novità a de' segni che non avevano nessuna conferma nemmeno, come vedremo, nei fenomeni ottici. Ma ora che abbiamo a controprova le indicazioni delle altre fotografie, è tolta ogni ambiguità, e le due classi di immagini vicendevolmente si illustrano e ricevono autorità.

Prima di passare alla discussione delle singole protuberanze è da avvertire, che la indicazione dei gradi fatta dal D. L. R. è diversa da quella data da noi nelle note alla *Relazione* pag. 162, ma solo apparentemente, perchè esso conta sulle sue immagini che sono radrizzate cominciando dal punto Nord verso l'Est vero, mentre noi contavamo sulle immagini rovesciate dall'Est apparente pel Nord app. ec. Quindi contando su le due figure a rovescio, e spostando il principio de' gradi di 90, tutto combina perfettamente. Le differenze salgono al più a uno o due gradi dovuti allo spostamento lunare corrispondente a una diversità di tempi relativi, e alla difficoltà di valutare talora esattamente il posto in figure così piccole, e non è impossibile che anche vi possa aver influito un piccolo cambiamento reale.

La prima protuberanza che apparisce sulle fotografie, partendo dal punto Nord verso Est vero, sta a 28° , ossia secondo noi a 242° nella 1^a nostra fotografia, e a 248° nella 5^a, la variazione dell'angolo essendo dovuta alla mutazione di luogo del centro della luna. La cosa più singolare è che questa protuberanza fu vista da diversi anche prima della disparizione totale del sole, e restò visibile dopo che esso fu riapparso ancora per qualche tempo. Ciò è dovuto alla sua posizione sul disco solare, che era tale che il lembo lunare trovavasi parallelo alla direzione del moto della luna stessa. Questa visibilità prima e dopo fa vedere che vi è speranza di osservare per l'avvenire le protuberanze solari anche in tempo di eclissi non affatto totali, ma di abbastanza grande quantità perchè resti molto indebolita la luce che riflette l'atmosfera terrestre che sola sembra impedirne la visibilità.

La seconda prominenzza di figura più singolare trovasi sotto l'angolo 57° di D. L. R. ossia 213° nostro. Ecco le parole di quest'osservatore: « A 57° era situata l'estremità Nord di una notevole nube staccata, che quando fu vista la prima volta era circa mezzo minuto di là dal lembo lunare: essa presentava una doppia curva al lato Nord, e ambedue le curve erano convesse verso questa parte. La nube era inclinata di 60° verso Est, ed era lunga un minuto e mezzo (cioè 42,000 miglia). Quando la luna nel suo corso se gli accostò e ne toccò l'estrema punta, brillò con tutto lo splendore di una nube terrestre al tramonto del sole e avea tinta decisamente rosata ». Questa nube trovasi nella nostra fotografia (come già dissi nella Relazione) presa nel momento in cui la luna ne tocca l'apice inferiore; ha realmente un millimetro di lunghezza, ossia 1', 4, ed è inclinata di 60° verso Est: onde combina perfettamente. La sua forma qui rassomiglia a un fagiuolo prolungato alla punta superiore da una appendice di luce più debole della protuberanza. È fatto degno di attenzione il vivo brillar di luce che avvenne quando se gli accostò la luna: e ciò combina con quanto fu veduto in un'altra protuberanza dal Goldsmith, che vide il passaggio quasi istantaneo dalla luce bianca alla rosata. Questo fatto sarà forse schiarito dall'esame delle seguenti protuberanze.

La terza mostrasi a 72° (ossia a 198° secondo noi); è singolarissima perchè si impresse sulla lastra senza essere stata visibile all'occhio. « La sua forma è quella di un arco piegato, la cui lunghezza è $2'$ (56,000 miglia): la punta è rivolta verso il Nord ed è inclinata in verso opposto della nube precedente: è singolare che questa protuberanza siasi impressa senza essere stata veduta ».

Questa meraviglia cessa affatto allo studio più accurato delle nostre fotografie. Questa protuberanza è nelle nostre immagini così debole, che non avrei mai ardito di tenerla per una realtà fisica senza un controllo ottico o fotografico avuto d'altronde: aggiungasi che essa non trovasi bene impressa che nella 1^a fotografia fatta in sei secondi, mentre nella 3^a fatta in venti secondi non è distinguibile e confondesi colla corona, e solo se ne ha qualche traccia nelle altre due prove dove la corona è pochissimo sviluppata. La sua luce esser dovea adunque poco diversa da quella della corona stessa, che l'ha ragguagliata affatto per una più lunga esposizione, e per ciò essendo di color bianco, poco diverso dal fondo generale, poté esser perduta di vista facilmente.

La forma indicata da D. L. R. è giustissima, e nelle piccole fotografie rilevasi la gran lingua superiore che corre per un tratto quasi parallela al lembo lunare, ed ha un pezzo quasi staccato presso alla punta. La sua debolezza stessa ci è di sommo vantaggio per riconoscere come vere protuberanze di questa specie alcune altre impressioni che per la loro sfumatura passerebbero inavvertite, e siamo condotti così alla distinzione di due classi di protuberanze, le une *vivaci*, le altre *deboli*. La lunghezza reale di questa lingua è di $1.\text{millim}6$, ossia molto prossimamente 2 minuti (circa 8 diametri della terra!), e sotto di essa vedesi protendere una catena di nubi che da una parte e dall'altra estendonsi a grande distanza. Questa catena si estende fino a 135° con una varietà indescrivibile di dettagli.

A 101° è una piccola protuberanza lucida, appresso la quale a 110° circa ne viene una altissima della classe delle deboli; essa è sormontata da una lingua lunga almeno $2'$ inclinata pur essa verso Est e non è molto diversa in forma da quella di 72° ,

ed anche questa sfuggì la vista mia e del sig. De la Rue. Siccome questa rimane vicinissima alle due grandi da me studiate con tanta diligenza, sono sicuro che se fosse stata distinguibile e di color rosato non mi sarebbe sfuggita. Come mai la fotografia ha potuto produrre ciò che l'occhio non poté scorgere? Se non avessimo qui l'irrefragabile testimonio concorde di due immagini prese a 200 miglia di distanza e a 9^m di tempo di intervallo, non si esiterebbe a creder ciò una illusione. Ma questa non può ammettersi: e oltre la ragione accennata dell'essere state queste prominenze di color bianco, e facilmente confuse col fondo della corona, può aggiungersi che è notissimo che l'occhio non è punto sensibile alle onde eterree che formano i raggi più efficaci dello spettro chimico, talchè se la nube solare ne inviava quasi esclusivamente di questa specie, dovea essere invisibile, e dovea insieme disegnarsi sulla lastra. Dal che si vede che gran passo hanno fatto fare alla scienza questi esperimenti, e che per l'avvenire le osservazioni delle eclissi dovranno farsi più cogli apparati fotografici che coi telescopici.

Queste due protuberanze sono le più lunghe di tutte, ma nessuna eccede $2' \frac{1}{2}$; onde le altezze accennate da alcuni di fino a $4'$ sono certamente esagerate dalla irradiazione. Il sig. D. L. R. dice che vide ivi la corona più vivace; ma non avendo esso avuto tutta la corona impressa, non può giudicarsi della sua estensione. A questo suppliscono le nostre fotografie che danno la corona più larga in questo punto che tutto altrove. Ed è cosa notevole come questa in generale non sia terminata da un limite uniforme, ma profondamente intagliata in vari punti.

Dopo questa protuberanza viene il grand'arco rosato che si estende da 129° a 135° , ossia secondo il nostro giro da 135° a 148° ; ma i dettagli qui sono spariti per la dilatazione prodotta dalla *solarizzazione* o eccessiva durata d'impressione delle prove, anche nelle esposte per brevissimo tempo. Alcune sue particolarità furono descritte nella *Relazione*, come pure quella della seguente prominenza a 154° di D. L. R., ossia 113° secondo noi, che avea completamente figura di fiamma, ed è alta $1' \frac{1}{2}$, e nella sua figura combina perfettamente con quella del-

le fotografie inglesi: solo in ambedue rilevasi un filetto bianco alla base che si estende verso la precedente, e che io non vidi malgrado il molto studio, e che estendendosi fino alla metà di distanza che corre tra le due, mostra la connessione loro.

A 193° ne abbiamo una bassissima e che appena sporge di un filetto, e una singolare a doppia cima, come di due piume rivolte in senso opposto trovasi a 197° (ossia 78° secondo noi). Nella nostra 1^a fotografia trovasi accennata la doppia punta della protuberanza posta a 230° di D. L. R., ossia 330° nostri, la cui intera mole vedesi nella prova fotografica sviluppata in modo straordinario. A 290° nostri, ossia 352° di D. L. R.; evvene un'altra delle più belle e lucenti, e a 265°, ossia 10° nostri, un'altra non men bella e vivace. Tralasciamo per brevità di dare la posizione delle minori e *deboli* che spuntano da tutte le parti, come già vidi essere direttamente il fatto quando il sole mi parve tutto cinto di fiamme. Ma sarebbe degno oltremodo di essere studiato l'arco lucido-corrente da 190° a 350°, e che in D. L. R. corre da 290 a 340°, in cui trovavasi la nuvoletta isolata sì ben veduta da me, e dai miei compagni e dal Leverrier; ma la grande intensità della luce nelle fotografie ha qui tutto ragguagliato, ed i dettagli sono spariti confusi in un arco lucido vivissimo.

Se gli esperimenti di questa volta non avessero fatto altro che istruirci sul modo di portarci per l'avvenire, ciò già non sarebbe piccolo vantaggio; ma vediamo che quantunque noi fossimo colti in molti punti alla sprovvista, i nostri esperimenti sono stati fecondi di utilissimi risultati. Qui ne accenneremo alcuni pochi, lasciando i già esposti altrove.

1.° Gli oggetti fotografati al Desierto e a Rivabellosa sono identici.

2.° Esistono nel sole ammassi di nubi che sfuggono anche all'occhio armato, e pure hanno una forza chimica sensibilissima.

La prima di queste conseguenze mette fine alle numerose contese sollevate dalla imperfezione dei disegni su la variabilità di questi oggetti, e atterra tutte le teorie di chi li vorrebbe fenomeni meramente ottici; teoria incompatibile colle loro forme restate costanti malgrado la distanza di tempo assoluto,

e la piccola rotazione che ha fatto il sole nell'intervallo di 9^m frapposti alle due fotografie.

La 2^a mette in evidenza due classi di protuberanze di diverso genere: le une luminose e vivaci, e le altre immensamente più deboli; e dà forse la spiegazione del come taluno abbia visto le prominente bianche ed altri le rosate, essendo probabile che l'occhio di uno siasi arrestato all'una piuttosto che all'altra classe di oggetti; se pure non vogliansi attribuire tali differenze alla diversa sensibilità degli occhi ne' vari individui per riconoscere i colori.

Il sig. Plantamour nella R. U. di Ginevra (agosto 1860) crede trovare un argomento per provare la teoria puramente ottica delle protuberanze in ciò, che l'occultarsi loro era in proporzione molto diversa da quella che corrispondeva al moto lunare. Egli vide presso al mezzo dell'eclisse sparire la prominente a forma di nube che stà ad angolo di 45° la cui distanza dall'orlo lunare al principio della totalità fu da lui stimata $\frac{1}{4}$ minuto almeno. Siccome per la sua posizione il disco della luna non vi si accostava che 11" per minuto, ne conclude che quando essa svanì, la luna non l'avea in realtà ancora toccata. Questo ragionamento dell'astronomo ginevrino sarebbe giustissimo se sussistessero le basi su cui si appoggia: ma le fotografie dicono il contrario e fanno vedere le grandi illusioni a cui sono soggette le stime ottiche. In fatti la 1^a fotografia, fatta pochi secondi dopo cominciata la totalità, mostra il lembo della luna che tocca quasi l'apice inferiore della nube; donde si può concludere che la distanza stimata da lui di $\frac{1}{4}$ minuto almeno è certamente esagerata, e la differenza supera tutto quello che può esser effetto di parallasse nelle due vicinissime stazioni in cui noi stavamo. In secondo luogo non sussiste che la prominente svanisse verso il mezzo dell'eclisse, perchè si ha il suo vertice chiaramente impresso nella fotografia 5^a finita 10" appena prima del fine della totalità. Come mai per un osservatore così pratico potè aver luogo tale equivoco? Per me la spiegazione è semplicissima, cioè che realmente gli sfuggì di vista per non avervi fissato direttamente l'occhio, essendo ormai abbastanza provato che in quella fretta molte cose non si vedono benchè stiamo nel campo di vi-

sione, se non si fissano direttamente. Nessuna delle protuberanze lucide supera $1'30''$, e così resta spiegato perchè al principio e al fine della totalità le fotografie mostrino un arco assai esteso senza prominenze lucide dalla parte donde viene o verso cui va la luna, mentre ne spuntano certamente in più punti di quelle che abbiám nominate deboli, che sono più alte. Infatti la differenza de' diametri essendo $96''$, non poteano restar tutte coperte quelle che erano più alte di questa quantità.

Per altra prova della sua teoria il sig. Plantamour porta l'apparizione de' fascetti lucidi provenienti da ciascuna protuberanza e notati nella sua figura; ma que' disegni, cred' io, devono interpretarsi alquanto benignamente, perchè io nulla vidi di ciò che esso accenna, nè le fotografie indicano altro che un maggior chiarore della corona nella vicinanza delle protuberanze: e forse ciò solamente vogliono indicare quelle figure, che del resto sono fatte piuttosto per dare un cenno delle apparenze, che per pretendere a veruna precisione, come lo mostra il limite tagliente della corona interna, che certo non esisteva affatto, essendo essa sfumata molto gradatamente.

La sola cosa su cui non si può negare che vi resti ancora qualche oscurità per la spiegazione, è il fatto notato sopra, e osservato dal De La-Rue, dal Plantamour, ed ancor dal Goldsmith, che taluna delle prominenze cambiò tinta all'accostarsi della luna. Io porto opinione che ciò non sia che un effetto di contrasto, allo scemare del lume: e ne ho in prova il fatto, che la piccola nuvoletta da me studiata con diligenza, di rossa che era quando spuntò dalla luna, venne ad illanguidirsi collo scoprirsi del lembo, e svanì in bianco nella corona allo spuntare del sole. Tuttavia le fotografie mostrano che vi è una realtà di differenza tra le due classi di protuberanze più o meno lucide: quindi potrebbe aver luogo la seguente considerazione: È certo che le figure fotografate e proiettate su di un circolo massimo del globo solare non possono tutte stare in un solo piano: ora potrebbe essere che le più pallide fossero le protuberanze più lontane e viste solo per riflessione o attraverso un denso strato di atmosfera solare, e che le più vive fossero le più vicine all'osservatore illuminate per trasmissione.

Metto in mezzo questa idea con tutto riserbo, ma parmi degna di studio (1).

Concluderò insistendo su di un altro risultato non meno importante che si cava dalle fotografie congiunte, ed è il seguente:

3.^o L'atmosfera solare è assai più estesa nella regione equatoriale che nelle polari, e le regioni ove trovansi le protuberanze più lunghe e più variate sono quelle che corrispondono alle zone delle macchie, ossia a quelle di maggiore attività e temperatura solare.

Per assicurarsi di ciò, non si ha a far altro che tracciare su le fotografie l'equator solare, e si vedrà che la regione, ove l'aureola della corona è più viva, corrisponde alla zona che estendesi da una parte e dall'altra dell'equatore circa 50°, mentre nella direzione polare è assai più ristretta. Questa conclusione è appoggiata al complesso delle nostre fotografie esclusivamente, poichè in quella del De la Rue, come si disse, l'aureola non è presa tutta; però le cinque nostre prove combinando esattamente non può esser ciò effetto del caso. La larghezza di questa atmosfera impressa è 6' almeno all'equatore, e al polo non arriva a 3'; ma è certo che la fotografia fatta in soli 6^{sec} non può rappresentare l'ultimo limite della atmosfera solare, che deve essere assai più estesa, ma però è sufficiente a mostrar bene la legge di sua struttura. Questo conferma quanto fu da noi scoperto fino del 1851, dell'esser cioè la zona equatoriale la più energica, e quella dove la temperatura fu da noi trovata più elevata. È singolare la forma di questa atmosfera

(1) Era già pubblicato questo articolo nel giornale di Roma (7 Settembre 1860) da molti giorni, quando giunsero in Roma nei bullettini dell'Osservatorio di Parigi le descrizioni delle protuberanze osservate da Chacornac con un forte equatoriale (4, 5, 6, 7, Settembre), e vedo che esso pure dalle sue osservazioni è stato condotto alla medesima conclusione. In somma sarebbe questo il caso delle nostre nubi, che finchè si vedono per riflessione sono bianche, e viste illuminate dai raggi trasmessi al tramontare del sole vestono le tinte rosate che tutti sappiamo? In questa ipotesi la luce delle protuberanze non sarebbe propria, ma imprestata dal sole; né a ciò fa difficoltà la mancanza di polarizzazione osservata in esse, perchè anche le nubi nostre non sono polarizzate.

che combina sì bene con quella trovata dal Maury per la terra, e pare effetto della forza centrifuga.

Questo per ciò che riguarda le fotografie fatte durante la totalità. Anche il sig. De la Rue ha preso varie fotografie delle fasi parziali, e ivi come nelle nostre, resta provata la grande differenza di precisione fra l'orlo della fase spettante al bordo solare e al lunare. La sfumatura del primo è tale che si crederebbe l'impressione *fatta fuori del foco*, se la precisione dell'altro lembo non persuadesse il contrario: e si rileva pure che il bordo solare ha luce *più debole che la penombra stessa delle macchie*, verificandosi ciò che noi trovammo in Roma per la luce fino dal 1858, e quello che molto prima provammo accadere pel calore. Queste fotografie mettono inoltre in evidenza un altro fatto importante: se l'impressione non sia realmente istantanea, il nucleo non viene nero, ma bianco come il resto; donde si conclude che que' punti non sono oscuri fuor che relativamente, e assolutamente sono luminosissimi, come già si era dedotto dal Galileo per altre considerazioni. Così pure l'orlo delle penombre non è staccato e netto se l'impressione non è sommamente istantanea, ma si fonde un poco col resto: talchè si vede che il grande distacco apparente del contorno delle penombre è in gran parte effetto di contrasto. Ciò è confermato dalla importante osservazione del barone Dembowski, che riconobbe i nuclei delle macchie apparire molto meno neri che il lembo lunare all'atto della loro occultazione.

Qui nascerebbe la discussione, se le forme delle nostre protuberanze favoriscano l'opinione che le macchie siano fatte da nubi notanti nell'atmosfera solare; opinione che oggi cercasi far risuscitare dalle antiche sue ceneri, e confutata le cento volte dai tempi del Galileo, che la propose, fino a' giorni nostri: le scoperte del Wilson da noi richiamate a nuova luce, e riconfermate, la dimostrarono insussistente, e non possono le presenti osservazioni darle veruno appoggio, come spero mostrare in altra occasione con più estensione. Qui dirò solo che in questi giorni medesimi ho potuto verificare un altro caso manifestissimo dell'esser esse cavità e squarci della fotosfera medesima, la cui spessezza è assai tenue in proporzione del vasto globo che essa ricopre.

Ma ritornando ai fenomeni più particolarmente spettanti l'ecclisse, chi vorrà gettare un'occhiata attenta su tutti questi fatti complessivi, resterà persuaso dell'immenso passo che si è fatto verso la cognizione del sole mediante le felici osservazioni eseguite durante questa occasione: e, quel che è più, resterà convinto che si è aperta una nuova via di investigazioni che sarà certamente messa a profitto dai nostri posterì, presso i quali avremo almeno la gloria di aver tolto di mezzo le principali difficoltà che rendevano incerta la sola vera via di studiare questa materia, cioè l'applicazione della mirabile arte della fotografia. Resterà solo in una futura occasione di fare le fotografie ingrandite direttamente, essendo la luce più che sufficiente per le protuberanze, ma per la corona, dovranno farsi immagini piccole. Inoltre che gli osservatori si uniscano per telegrafo, onde avvertirsi reciprocamente degli oggetti più importanti da osservare e delle cose da fare; il che se si fosse fatto, come io progettai a Castellon de la Plana, avremmo potuto profittare delle istruzioni del sig. De la Rue, e avere fotografie maggiori, e completato così lo studio di questi fatti immensamente di più! Ma ora che la questione non è più del modo di operare, ma solo del tempo, siamo sicuri che quello che non si è potuto compire da noi sarà fatto quanto prima da altri, e questo ci basti.