

Attività didattiche in Astronomia realizzate al Liceo Statale “Leonardo” di Giarre

Pietro Romano - Liceo Statale “Leonardo”, Giarre - pr.romano@tin.it

Abstract: In the last five years, Liceo “Leonardo” (Giarre), state high school, essentially using the European funds FESR, purchased a large number of devices for astronomy (binoculars, telescopes and accessories, solar telescopes, CCD cameras, webcams, spectrometer, etc.). This allowed the development of educational activities, both curricular and extra, concerning the observation and photography of the Sun in H α , Moon and planets and deep sky.

During the school year 2011-2012, a training course *Astronomia Osservativa* was organized. It involved both teachers and students, in which we had the pleasure to host the astrophotographer Giovanni Benintende.

The same year, the school attended the *Lauree Scientifiche Project* (PLS), organized by the Department of Physics and Astronomy, University of Catania. This year, two fourth classes, have embarked on a two-year course called *Alla Scoperta dell’Archeoastronomia*, which has assumed the role of a Project Area, aiming at the preparation of a document for the school-leaving exam. Among the activities planned for the first year, we have the pleasure to mention the visit to the Grotte della Gurfa (Alia - PA) and Megalite Forato (San Cipirello - PA). As a result of this experience, collected by the photos and the video taken along the development of the activities, the students have made a short film that was in the *ArcheoCiak*, a yearly competition organized by the Ente Parco della Valle dei Templi - Agrigento, gaining the first prize. In the next future, we are going to develop activities in photometry and spectroscopy.

Keywords: Astronomy, Archaeoastronomy, High-resolution photography, Deep-sky photography.

1. L’analisi dei dati di Galileo sui satelliti medicei

Il 7 gennaio del 1610, Galileo inizia le osservazioni su Giove e presto si rende conto che «le tre stelline piccole ma luminosissime [...] allineate lungo la linea dell’eclittica» erano corpi rotanti attorno al pianeta. Nel *Sidereus Nuncius*, Galileo riporta sia misure angolari degli scostamenti da Giove, misurati prendendo come unità il suo diametro, sia disegni, che sembrano essere in scala. Da queste prime osservazioni, egli non fu in grado di dedurre il periodo dei quattro satelliti (intuisce solo che il periodo di Callisto è «semimensile»). In realtà, mons. G.B. Agucchi (Castaldi 2007), basandosi solo su

queste osservazioni, riuscì nell'intento già alla fine del 1611, mentre Galileo riporta questi dati nel *Discorso intorno alle cose che stanno in su l'acqua* (aprile 1612).

L'analisi di questi dati è stato oggetto di studio in una classe quinta di liceo scientifico sperimentazione Brocca (Romano 2010). In una prima fase, è stato chiesto di riportare in grafico le misure angolari in funzione del tempo. A tale scopo, si è utilizzato l'ambiente geometrico *Geogebra*,¹ ben noto agli studenti fin dal primo anno per l'uso che se ne fa nello studio appunto della geometria.

Quindi, nel laboratorio di informatica, si è chiesto di individuare i valori di ampiezza, periodo e fase delle sinusoidi relative ai quattro satelliti. I valori determinati sono riportati nella tabella che segue:

	Valori corretti											
	A ₁	T ₁	f ₁	A ₂	T ₂	f ₂	A ₃	T ₃	f ₃	A ₄	T ₄	f ₄
	12,71	16,60	-0,26	7,47	7,15	-0,87	4,81	3,55	2,86	3,06	1,77	1,37
Risultati Test												
Alunno	A ₁	T ₁	f ₁	A ₂	T ₂	f ₂	A ₃	T ₃	f ₃	A ₄	T ₄	f ₄
1	14,19	16,20	-0,57	8,87	7,20	-0,88	7,09	6,80	0,25	4,43	2,40	2,57
2	13,01	16,20	-0,63	8,28	7,20	-0,75	5,62	3,60	-2,14	1,77	2,20	-3,14
3	12,71	16,60	-0,31	9,16	7,00	-1,70	6,21	3,40	0,63	3,25	1,80	-1,82
4	14,48	16,60	-0,90	9,75	7,00	1,57	6,80	5,40	0,06	4,14	2,20	-2,40
5	12,71	16,60	-0,31	8,51	8,80	1,63						
6	13,42	15,88	-1,12	7,39	7,10	-0,82	5,44	9,52	-3,14	4,73	2,40	0,19
7	13,89	16,42	-0,44	8,69	7,17	-0,83	5,91	3,50	1,91	3,84	1,77	0,90
8	14,48	15,80	-1,04	13,01	14,20							
9												
10	14,78	15,90	-0,75	12,95	7,00	-1,38	9,16	6,80	-2,64			
11	14,90	16,44	-0,33	13,01	8,54	-0,03	7,39	3,76	-2,42			
12	13,01	16,00	-0,69	8,57	7,60	0,69	5,62	5,00	-2,45	3,96	4,40	-0,06
13	13,89	15,20	-1,51	8,57	7,60	0,69	5,62	4,80	2,20	2,96	2,83	-0,13
14	13,01	16,20	-0,57	8,87	7,00	-1,51	2,96	3,60	-2,95	3,84	1,80	-3,14
15	13,72	16,67	-0,33	8,57	6,98	-1,51	7,39	3,74	2,40			
16	13,30	16,50	-0,38	8,87	7,25	-0,31	5,91	3,60	-2,07	4,00	2,00	0,00
17	12,71	16,60	-0,25	8,57	7,00	-1,44	5,91	3,60	-3,01	2,96	1,00	-2,57
18	15,08	15,88	-0,93	10,05	7,40	-1,13	5,62	3,32	-2,51			
19	13,01	16,30	-0,63	7,69	7,25	-0,38	5,03	3,65	-1,76	2,07	1,95	-1,38
20	13,01	16,55	-0,50	10,11	7,40	-1,10	5,62	3,20	-2,40			
M	13,65	16,24	-0,64	9,45	7,72	-0,51	6,08	4,55	-1,18	3,50	2,23	-0,92
±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
σ	0,80	0,38	0,33	1,71	1,65	1,04	1,30	1,72	1,96	0,91	0,82	1,78
σ/M	6%	2%	52%	18%	21%	203%	21%	38%	166%	26%	37%	194%
diff.	7%	2%	148%	26%	8%	41%	26%	28%	141%	14%	26%	167%

Tab. 1. Valori di ampiezza, periodo e fase determinati dagli studenti. Le ultime righe riportano il calcolo dei valori medi. In alto, i valori corretti

La tabella mostra il risultato ottenuto dagli studenti ed il calcolo dei valori medi (in basso). In alto, vengono anche indicati valori più precisi, successivamente ricavati con un esame più attento dei dati. Questi ultimi valori sono stati utilizzati per tentare la caratterizzazione dei quattro satelliti. Con riferimento alla Fig. 1, ad esempio, si può stabilire che nell'osservazione del 36-esimo giorno (5 febbraio), i satelliti sono, procedendo dall'alto verso il basso, Callisto, Ganimede, Io, Europa.

Confrontando con un planetario,² si è trovato che su 192 misure, 164 vengono caratterizzate correttamente (85%).

Sempre utilizzando questi parametri più corretti, è stato progettato e realizzato un simulatore del moto di questi satelliti in ambiente *Geogebra*, che riproduce correttamente le posizioni dei satelliti indicate nel *Sidereus Nuncius* (Fig. 2). Il

¹ *Geogebra* è un software di geometria dinamica freeware, prelevabile da URL: <<http://www.geogebra.org>>.

² Si è fatto uso di *Stellarium*, prelevabile gratuitamente da URL: <<http://www.stellarium.org>>.

simulatore mostra il moto ortogonalmente ai piani orbitali e il moto come invece lo si osserva effettivamente (cioè, di taglio). La figura mostra in particolare la loro posizione il 7 gennaio e si può osservare la congiunzione Io-Europa non vista da Galileo.

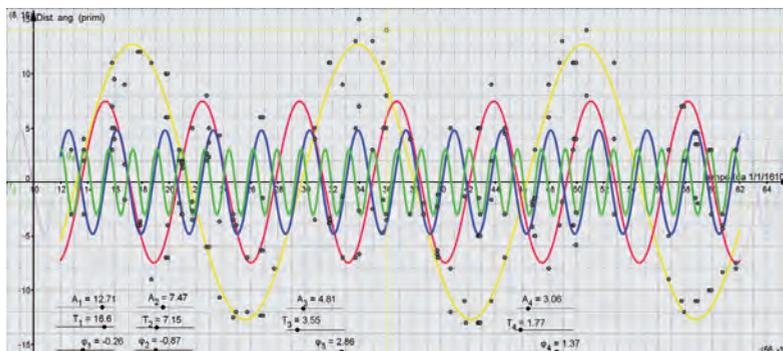


Fig. 1. Caratterizzazione dei satelliti (giallo: Callisto; rosso: Ganimede; blu: Europa; verde: Io)

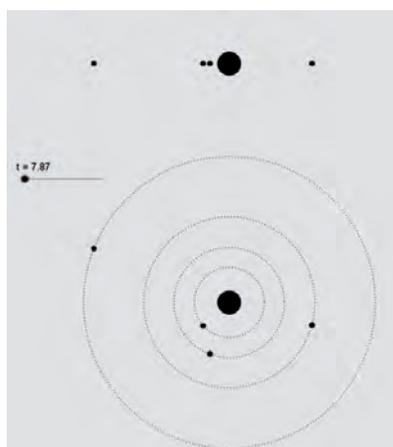


Fig. 2. Simulatore del moto dei satelliti di Giove

2. L'area di progetto *Alla scoperta dell'Archeoastronomia*

Il progetto è stato pensato come percorso multidisciplinare biennale (area di progetto) per due classi quarte ad indirizzo Brocca scientifico (anno scolastico 2012-2013). Si concluderà quindi nel corso dell'attuale anno scolastico e costituirà argomento del colloquio orale che gli studenti sosterranno per conseguire il diploma.

Il progetto si articola in seminari di introduzione ai concetti di base della disciplina archeoastronomica (quattro già svolti lo scorso anno e tre previsti per il corrente anno

scolastico), in due visite guidate presso tre siti archeologico-naturalistici siciliani, e si concluderà con una mostra fotografica di una selezione di foto realizzate dagli studenti.

Gli obiettivi che con questo progetto si intendono perseguire sono riassumibili nei seguenti punti:

- conoscere l'archeoastronomia e saperne esporre i contenuti significativi;
- conoscere le principali culture del mondo antico, con particolare riferimento al rapporto di queste con le cosmogonie e le scienze astronomiche;
- acquisire le principali tecniche di osservazione del cielo utilizzate nell'antichità;
- educare alla lettura del territorio attraverso il contatto con luoghi ed opere;
- riconoscere il bene e l'importanza che questa disciplina riveste nella storia locale;
- educare ai Beni Culturali, vera espressione della nostra identità, ed espressione di ciò che gli antichi popoli ci hanno lasciato;
- educare ad una cittadinanza attiva, fatta anche di azioni atte a tutelare e valorizzare i beni architettonici e paesaggistici;
- contribuire a far apprezzare, a partire dai cittadini più giovani, il patrimonio culturale che il territorio possiede al fine di evitarne l'abbandono ed il degrado.

Nei quattro seminari già svolti, sono state affrontate le tematiche: Astronomia dei Megaliti, nell'Antico Egitto, nell'Antica Persia e Astronomia dei Maya. I successivi incontri riguarderanno l'Astronomia degli Inca, l'astronomia nel Medioevo e si concluderanno con l'archeoastronomia in Sicilia.

Il 20 e 21 marzo 2013 si è svolta la prima delle due visite guidate previste, avente per meta le Grotte della Gurfa (Alia-PA) ed il megalite di Arcivocalotto (San Cipirello - PA).

Col materiale foto e videografico prodotto, è stato realizzato un cortometraggio, cui è stato dato lo stesso nome dell'area di progetto, che ha partecipato al concorso *ArcheoCiak*, organizzato dall'Ente Parco della Valle dei Templi di Agrigento. Il video si è classificato al primo posto ed è stato pubblicato su vari portali tematici, come quello del Museo Civico di Rovereto (URL: <<http://www.museocivico.rovereto.tn.it/rassegna>>), ente che cura la Rassegna Internazionale del Cinema Archeologico.

Il filmato è visionabile su URL: <<http://www.sperimentarea.tv/ondemand/allascoperta-dellarcheoastronomia>>.

Oltre agli incontri già svolti, nel corso dell'anno scolastico appena iniziato si effettuerà la visita presso il sito dell'Argimusco (RNO del Bosco di Malabotta, Montalbano Elicona - ME).

3. La mostra interattiva di scienze *Sperimentare giocando, conoscere sperimentando*

Questa mostra ha costituito l'attività principale svolta a partire dall'a.s. 2009-2010 dalla sezione di Giarre-Riposto dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (A.I.F.).

Lo spirito della manifestazione è nella presentazione di *exhibit* da parte di gruppi di studenti. La preparazione viene svolta in classe o nei laboratori, sotto la guida di uno o

più docenti. Il risultato di questa attività viene quindi esposto ai visitatori (in genere, studenti di altri istituti, famiglie, ecc.).

Per ciò che riguarda l'astronomia, nel corso della seconda edizione (a.s. 2010-2011) un gruppo di studenti di una classe terza ha presentato un *exhibit* sull'osservazione del Sole nella riga H_{α} dell'idrogeno; la terza edizione (a.s. 2012-2013), ha visto gli stessi studenti proporre un'attività di simulazione con *Geogebra* riguardante i moti apparenti dei pianeti. In particolare, con l'aiuto del software di Geometria dinamica, è stato possibile far vedere come il moto retrogrado di Marte ha una spiegazione semplice nel modello eliocentrico piuttosto che nel modello geocentrico.

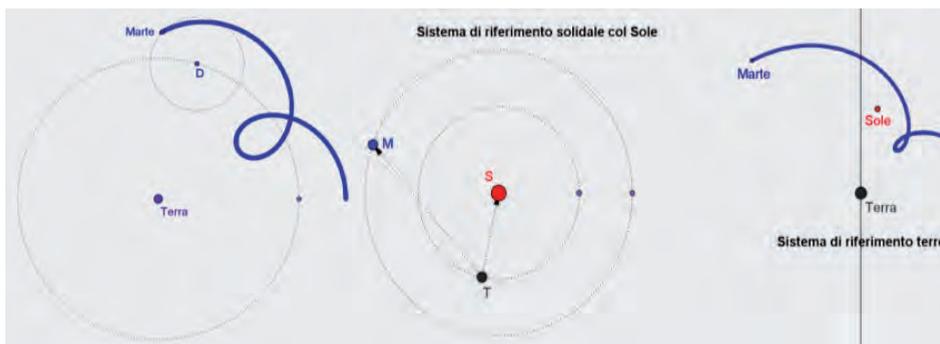


Fig. 3. Il moto retrogrado di Marte nel modello geocentrico (a sinistra) e nel modello eliocentrico (a destra), simulati mediante il software di geometria dinamica *Geogebra*

4. I laboratori PLS

Ormai da qualche anno, la Facoltà di Fisica dell'Università di Catania organizza un certo numero di attività laboratoriali nell'ambito del *Progetto Lauree Scientifiche* (PLS, progetto nazionale) coordinato dalla Prof.ssa Josette Immè, del Dipartimento di Fisica dell'Università di Catania (URL: <<http://www.dfa.unict.it/laureescientificecatania/>>). Alcune di queste attività riguardano il campo dell'astronomia e dell'astrofisica, e qui accenneremo brevemente ai due laboratori di *astrofisica solare* e di *astrofisica bidimensionale*, entrambi svolti presso l'Osservatorio Astrofisico di Catania.

Il laboratorio di astrofisica solare consiste in tre giornate di attività, durante le quali si trattano aspetti riguardanti la fisica del Sole. Le attività pratiche, in particolare, sono inerenti a tematiche quali la velocità di rotazione del Sole o il calcolo della velocità radiale dei CME (*Coronal Mass Ejection*).

A tutto ciò, si sono sempre accompagnati approfondimenti, svolti in ore curricolari. In particolare, è stato affrontato il problema di una determinazione quanto più precisa possibile dei valori di latitudine e longitudine delle macchie dalle immagini (bidimensionali) del Sole, fornite dall'Osservatorio di Catania. Il metodo usato è

essenzialmente geometrico e anche qui si è fatto uso del software *Geogebra*. La figura che segue illustra la metodologia seguita (Fig. 4).

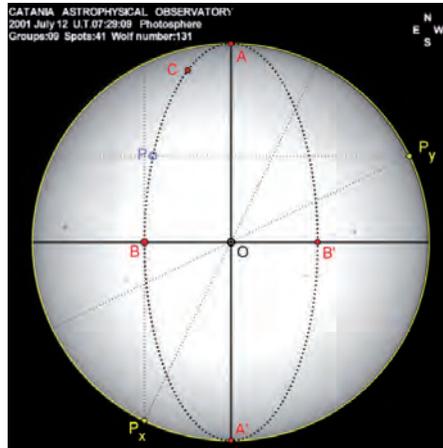


Fig. 4. Stima dei valori di latitudine e longitudine delle macchie solari con *Geogebra*

Le immagini del Sole vengono importate nell’ambiente geometrico e si sfruttano gli strumenti (sia geometrici che algebrici) che questo mette a disposizione. È stato allora possibile, seguendo differenti gruppi di macchie (a diversa latitudine), mettere in evidenza con discreta precisione i corrispondenti periodi di rotazione T in funzione della latitudine φ e confrontare questo risultato con il modello empirico di riferimento (Fig. 5):

$$T = \frac{360}{14,713 - 2,396 \sin^2 \varphi - 1,787 \sin^4 \varphi}$$

Variazioni giornaliere di la tudine e longitudine										
	Gruppo 1		Gruppo 2		Gruppo 3		Gruppo 4		Gruppo 5	
	Lat*	Long*								
22-23 june	0,10	11,84	-0,14	13,61	-0,20	11,92	-0,39	12,28		
23-24 june	-1,08	13,49	-0,98	12,77	-0,58	13,47	-0,16	12,72		
24-25 june	-0,42	13,43	-1,22	13,85	-0,88	13,88	0,59	13,39		
25-26 june	0,77	9,02	0,35	9,53	-0,02	9,09	-0,35	9,68	-0,09	9,33
26-27 june	-0,36	16,90	-0,57	17,46	-0,12	18,05			-0,32	18,83
27-28 june	-0,49	14,52	-0,11	14,77	0,90	16,48			-0,44	15,04
28-29 june	-3,50	10,80	-0,07	11,89	0,00	10,57			-0,52	11,50
29-30 june	1,05	7,67	0,18	8,56	0,94	7,83			0,13	7,70
30-1 july	-0,35	17,92	0,39	17,76	0,26	17,36			-0,46	19,84
1-2 july	1,62	13,59	0,56	13,52	0,53	15,00			-0,29	14,06
2-3 july			0,48	13,05					0,87	12,15
Media	12,92		13,34		13,37		12,72		13,56	
Dev. STD	3,21		2,81		3,49		1,62		4,28	
Periodo	27,87		26,98		26,94		28,30		26,56	
Dev. STD	6,93		5,68		7,03		3,61		8,38	
Errore %	25%		21%		26%		13%		32%	

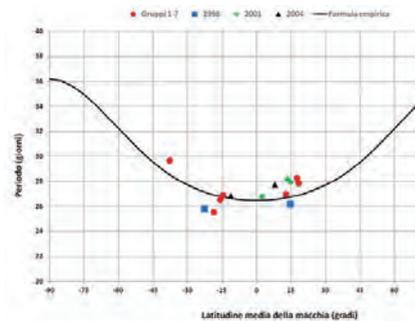


Fig. 5. Velocità di rotazione differenziale del Sole

Un’altra attività PLS ha riguardato lo studio del funzionamento di un sensore CCD e delle tecniche standard di calibrazione delle immagini astronomiche. Anche in questo

caso, l'attività è proseguita sia in ore curricolari che extra. Gli studenti coinvolti hanno avuto modo di operare con un sensore CCD per astrofotografia, realizzando delle immagini di oggetti del profondo cielo e di Luna, Sole e pianeti, come si dirà in dettaglio nel prossimo punto.

5. La fotografia in alta risoluzione e del cielo profondo

Come si è già accennato in premessa, la dotazione di attrezzature del nostro liceo comprende anche sensori CCD per astrofotografia, sia del profondo cielo che in alta risoluzione (Sole, Luna, pianeti). Durante le ore curricolari, per ovvi motivi, ci si è potuti dedicare solo al Sole; le altre attività sono state e vengono tuttora svolte in prima serata durante il periodo invernale. Non entreremo qui nei dettagli delle tecniche fotografiche utilizzate. Si distinguerà solamente la fotografia in alta risoluzione, usata per Sole, Luna e pianeti, da quella per il profondo cielo (nebulose, galassie, ecc.).

Nella fotografia in alta risoluzione, sono state usate delle camere di ripresa in grado di registrare filmati a 30 fps, ad una risoluzione di 1024×768 , inserite al fuoco diretto (o tramite lente di Barlow $2\times$) di un telescopio di tipo Schmidt Cassegrain di diametro 280 mm e focale 2800 mm (quindi $f/10$ di apertura fotografica). Il filmato così ottenuto, tipicamente costituito da $1000 \div 2000$ frames, viene elaborato con software che esegue la somma e l'allineamento dei singoli frames. Noi abbiamo utilizzato *Registax*, prelevabile gratuitamente da URL: <http://www.astronomie.be/registax/>.

Le foto che seguono (Fig. 6) sono alcuni esempi di ciò che si può ottenere.

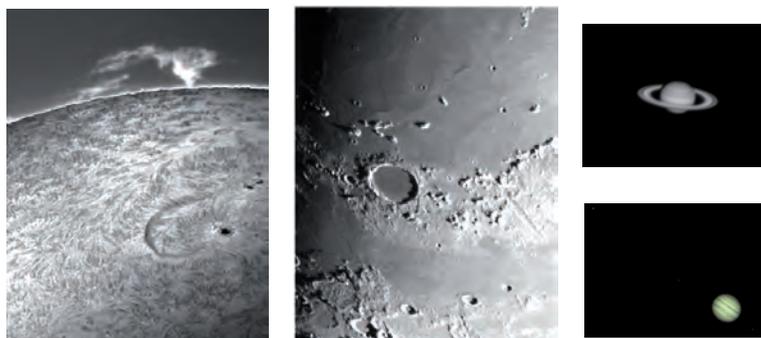


Fig. 6. Fotografia in alta risoluzione (Sole, Luna, pianeti)

La fotografia del profondo cielo ha caratteristiche totalmente diverse da quella appena descritta. In primo luogo, le focali utilizzate sono decisamente inferiori ($500 \div 900$ mm) e, a causa del debole segnale che arriva da questi oggetti, è necessaria un'apertura fotografica maggiore, che per i nostri strumenti varia tra $f/5$ e $f/7$. Questo tipo di fotografia è caratterizzata dalla necessità di effettuare esposizioni molto lunghe. Tipicamente, si

effettuano più esposizioni, ognuna della durata di 5÷20 minuti, che poi vengono calibrate e sommate. Le foto seguenti (Fig. 7) sono state ottenute, quella di sinistra (Nebulosa di Orione) effettuando 36 esposizioni di 5 minuti ciascuna (totale 3 ore), e quella di destra (Nebulosa Testa di cavallo), 12 esposizioni di 10 minuti ciascuna (totale 2 ore).



Fig. 7. Fotografia *deep sky*. A sinistra, la nebulosa di Orione; a destra, la nebulosa Testa di cavallo

Poiché il sito dal quale sono state effettuate le foto (Giarre - CT) ha un elevato tasso di inquinamento luminoso, è stato necessario utilizzare un filtro che ne effettua la riduzione.

6. Il corso di *Astronomia Osservativa*

Durante l'anno scolastico 2011-2012, l'Istituto ha organizzato, in collaborazione con la locale associazione Astrofili (Astrofili Ionico-Etnei) un corso di formazione, aperto sia agli studenti che ai docenti.



Fig. 8. Momenti del corso *Astronomia Osservativa*

Il corso (7 incontri di tre ore ciascuno) si è svolto tra il 22 novembre 2011 e il 18 aprile 2012, alternando momenti di teoria e di attività pratiche, svolte con i telescopi dell'Istituto e dell'Associazione.

Uno dei momenti più interessanti del corso è stato l'incontro-conferenza con l'astrofotografo Giovanni Benintende (URL: <<http://www.astrogb.com/>>). Così come l'attività PLS legata allo studio del funzionamento dei CCD, questo incontro ha costituito un momento di rivisitazione teorica e pratica delle tecniche astrofotografiche. Dopo la conferenza ed il dibattito, gli studenti hanno avuto l'opportunità di "provare sul campo" quanto appreso, sotto la guida del relatore.

7. Sviluppi futuri

Oltre a portare ancora avanti le attività fin qui descritte, è nostra intenzione intraprendere altri percorsi. In particolare, l'idea è quella di attivare attività sperimentali nel campo della fotometria e della spettroscopia. Nel primo caso, si pensa di cominciare con la misurazione delle curve di luce delle stelle variabili più conosciute. Per ciò che riguarda invece la spettroscopia, con gli strumenti a disposizione abbiamo già avviato alcune misurazioni preliminari sul Sole, ma l'obiettivo è quello di riuscire a effettuare misure su oggetti quali stelle, galassie, ecc.

Tutte queste attività, spesso svolte a titolo gratuito e dietro la spinta della grande passione per l'astronomia, sono state, sono e saranno attuate nella convinzione che fare qualcosa di istruttivo, e nel contempo divertirsi e far divertire, è una delle chiavi – non la sola, però – per aprire le porte della conoscenza, dello studio, della crescita culturale.

Bibliografia

- Castaldi F. (2007). "Le ricchezze nascoste del *Sidereus Nuncius* e i periodi di rivoluzione dei satelliti di Giove". *Physis*, Seconda serie, 44 (2), pp. 377-392.
- Romano P. (2010). "Le misure angolari di Galileo dei satelliti di Giove: analisi statistica e considerazioni didattiche". *Atti del XLIX Congresso Nazionale AIF* (Salerno, 20-23 ottobre 2010), in *La Fisica nella Scuola*, 44, supplemento al n. 2, pp. 58-69.