

Domenico Priori

### *Quamvis autem ista sint puerilia*

Summary: This article has shown, on the basis of research conducted on children, that their perception of motion is quite similar to the ideas of Francesco d'Appignano.

#### **Premessa**

*“Sono grato alla natura per la sua complessità. Essa infligge frustrazioni a chi vorrebbe pragmatizzare la conoscenza, conoscere per fare, possedere la bussola per navigare tra gli uomini”*.<sup>1</sup>

*“La natura premia generosamente chi già in partenza è curioso delle lucenti verità annidate nei particolari”*.<sup>2</sup>

Tenendo ben presenti queste parole di Paolo Bozzi, ho ideato fare un lavoro con i bambini della scuola elementare per “vedere” la loro percezione del moto e confrontarla con le concezioni medievali e, in particolare, con le idee di Francesco d'Appignano.

L'obbiettivo è quello di offrire spunti per altre indagini e per studi aperti ad apporti di competenze diverse.

#### **Introduzione**

I lavori di McCloskey<sup>3</sup> e dei suoi collaboratori, agli inizi degli anni ottanta del secolo passato, mettevano in evidenza che studenti delle scuole superiori e universitari, e perfino chi aveva seguito corsi di fisica, pensavano in modo simile ai filosofi medievali: “La sorprendente somiglianza fra le opinioni dei filosofi medioevali e quelle dei nostri intervistati fa pensare che la teoria dell'impeto sia il risultato naturale delle nostre esperienze con i moti sulla Terra.”<sup>4</sup> Questi studi di McCloskey hanno aperto interessanti e fecondi campi di studi (e hanno illuminato le ricerche di Paolo Bozzi di un trentennio precedenti<sup>5</sup>) nell'ambito della “ fisica intuitiva, fisica del senso comune, fisica ingenua...”

Ma cos'è la fisica ingenua? “ Da una parte la fisica ingenua è un sistema di credenze, sommerso ma molto più coerente di quanto non si sospetti comunemente, intorno alle proprietà degli oggetti inanimati che popolano il mondo della nostra esperienza; dall'altra è un sistema di rapporti, in gran parte ancora da esplorare, che connette quelle credenze tra loro e il nostro modo di percepire gli eventi del mondo esterno, al modo di apparire delle proprietà fisiche delle cose.”<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> Paolo Bozzi. *Fisica ingenua*. Garzanti, Milano, 1998 p. 117.

<sup>2</sup> Ibidem.

<sup>3</sup> Michael McCloskey, Afonso Caramazza e Bert Green. *Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects*. Science, vol. 210 1980, n.4474 . Michael McCloskey *Fisica intuitiva*. Le Scienze, aprile 1983.

<sup>4</sup> Michael McCloskey *Fisica intuitiva*. Le Scienze, aprile 1983.

<sup>5</sup> Paolo Bozzi nel suo *Fisica ingenua* cit. ricorda il lavoro di Otto Lipman e Helmut Bogen intitolato: *Naue Physik* pubblicato a Lipsia dall'editore Ambrosius Barth nel 1923.

<sup>6</sup> Paolo Bozzi. *Fisica ingenua* cit. p. 28.

Gli studi che legano le informazioni neurofisiologiche della percezione e i nostri cinque sensi sono particolarmente complessi ma è emerso abbastanza chiaramente che “Questi contenuti sul piano percettivo immediato (cioè non mediato da organizzatori astratti), si presentano per i contemporanei profani più o meno identici a come apparivano ai nostri antenati. In mancanza di riferimenti concettuali precostituiti, i riferimenti utilizzabili per la formazione delle proprie concezioni sono più o meno gli stessi tanto oggi che in passato.”<sup>7</sup>

Di fronte alla richiesta di spiegare perché una palla lanciata continua a muoversi anche dopo aver lasciato la mano, una persona del XXI secolo, molto probabilmente, si troverebbe d'accordo con la spiegazione di Francesco d'Appignano.

Per facilitare il lettore riporto il brano di Francesco d'Appignano dove viene illustrata la sua teoria del moto: “...una tale virtù che determina la continuazione del moto una volta che sia stato avviato dev'esser posta necessariamente o nel mezzo o, cosa verso cui propendo maggiormente, nel corpo mosso. Bisogna sapere in proposito che la virtù che muove un grave verso l'alto è duplice: una è quella che comincia il moto, ovvero determina un grave a un certo moto, e questa virtù è la virtù della mano; l'altra virtù è quella che prosegue e continua il moto cominciato, ed è causata o abbandonata (*derelicta*) mediante il moto dalla prima. Se, infatti, non si pone una virtù altra dalla prima è impossibile addurre una causa per il moto che segue...E questa virtù, in qualsiasi soggetto venga posta, continua e prosegue il moto secondo la proporzione e il modo con cui fu determinato dalla prima, e questa è una virtù neutra, senza contrario, proseguendo il moto secondo ogni differenza di posizione. E se qualcuno chiedesse di che tipo sia questa virtù, si potrebbe rispondere che non è né semplicemente permanente, né semplicemente fluente, ma quasi intermedia, permanendo per qualche tempo, come il calore generato nell'acqua dal fuoco, che non ha un essere semplicemente permanente come nel fuoco, né semplicemente fluente, come l'azione del riscaldarsi, ma ha un essere permanente a tempo determinato...”<sup>8</sup>

Un altro motivo che mi ha spinto a iniziare la ricerca è che in questi anni ho avuto modo di lavorare con i bambini<sup>9</sup> e mi ha sempre incuriosito il confronto fra i loro saperi rispetto a quelli degli adulti: “E' convinzione comune che le capacità cognitive dei primi siano inferiori a quelle dei secondi in ogni caso. Non si prende neppure in considerazione l'eventualità che le differenze di pensiero usualmente notate tra di essi dipendano in via di principio dalle rispettive conoscenze anziché dall'età, e che a parità di lacune conoscitive gli adulti possano ragionare sostanzialmente come i bambini.”<sup>10</sup>

---

<sup>7</sup> Graziano Cavallini, *La formazione dei concetti scientifici*. La Nuova Italia, Scandicci, 1995. p. 148.

<sup>8</sup> “Set quid sit de subiecto istius uirtutis, saltem necessario, huiusmodi uirtus motum inchoatum continuans, est ponenda uel in medio uel, quod magis credo, in corpore moto. Vnde est sciendum quod est duplex uirtus mouens aliquod graue sursum: quedam motum inchoans, siue graue ad motum aliquem determinans, et ista uirtus est uirtus manus; alia uirtus est motum exequens inchoatum et ipsum continuans, et ista est causata siue derelicta per motum a pria. Nisi enim ponatur aliqua alia uirtus a prima, impossibile est dare causam motus sequentis, ut superius est deductum; et ista uirtus in quocunque subiecto ponatur, continuat, exequitur motum in proproportionem et modum quo determinata est a prima, et ista est uirtus neutra, non habens contrarium cum exequatur motum secundum omnem differentiam positionis. Et si queras qualis sit huiusmodi uirtus, potest dici quod nec est forma simpliciter permanens, nec simpliciter fluens, set quasi media, quia per aliquod tempus permanens, sicut caliditas ab igne genita in aqua, non habet esse permanens simpliciter sicut in igne, nec simpliciter fluens ut calefactio ipsa, set habet esse permanens ad determinatum tempus”. I *questio* dal libro IV del *Commentarius in librum Sententiarum*, in *Sententia et compilatio* 232-251, pp. 72-73 di Nazzareno Mariani, Spicilegium Bonaventurianum XXX.

<sup>9</sup> Domenico Priori, *La comunicazione in classe*, Innovazione Scuola, Rivista di Informazione Didattica e Formazione Professionale dell'IRRSAE Marche. n° 8-9 dicembre 1994;

Domenico Priori, “*Fare*” *la scienza*, Innovazione Scuola, Rivista di Informazione Didattica e Formazione Professionale dell'IRRSAE Marche n° 6-7 agosto settembre 1996;

Domenico Priori, *Progetto Accadueo*, Innovazione Scuola, Rivista di Informazione Didattica e Formazione Professionale dell'IRRSAE Marche n°3 settembre 2001;

Domenico Priori, *L'arcobaleno a scuola*, Innovazione Scuola, Rivista di Informazione Didattica e Formazione Professionale dell'IRRSAE Marche n° 3 settembre 2002 e la lunga collaborazione con il Laboratorio di Ricerca Educativa dell'Università di Firenze diretto dal prof. Paolo Manzelli.

<sup>10</sup> Graziano Cavallini. *La formazione dei concetti scientifici*. La Nuova Italia, 1995. Scandicci. p. 154.

## La ricerca

Avevo la necessità sia di non turbare il gruppo classe con la mia presenza, sia di formulare le domande in modo chiaro e comprensibile per gli alunni dalla prima e alla quinta elementare. In questo progetto sono stato agevolato dalla maestra Elena Valianti che ringrazio e a cui sono debitore di questo lavoro.

Ho raccolto i protocolli di circa 160 bambini e ad essi sono state poste due domande:

La prima domanda era: Carlo lancia la palla. Secondo te, la palla si fermerà? Perché?

La seconda domanda era formata da un disegno con un soldato che spara con un cannone con la scritta: “Il soldato ha sparato. Secondo te, dove arriverà la palla del cannone? Traccia la linea per vedere dove cadrà.”

Ho scelto il soldato con il cannone perché avevo ben presente il quadro di Walther Hermann Ryff allegato all'edizione del 1582 del *Baukunst Oder Architectur aller fürnemsten*. L'autore traccia la traiettoria e la divide, seguendo le teorie medievali, in tre fasi. Nella prima predomina l'impeto fornito dal cannone, nella seconda fase esso si dissipa lentamente e nell'ultima è assente e il proiettile cade verticalmente.

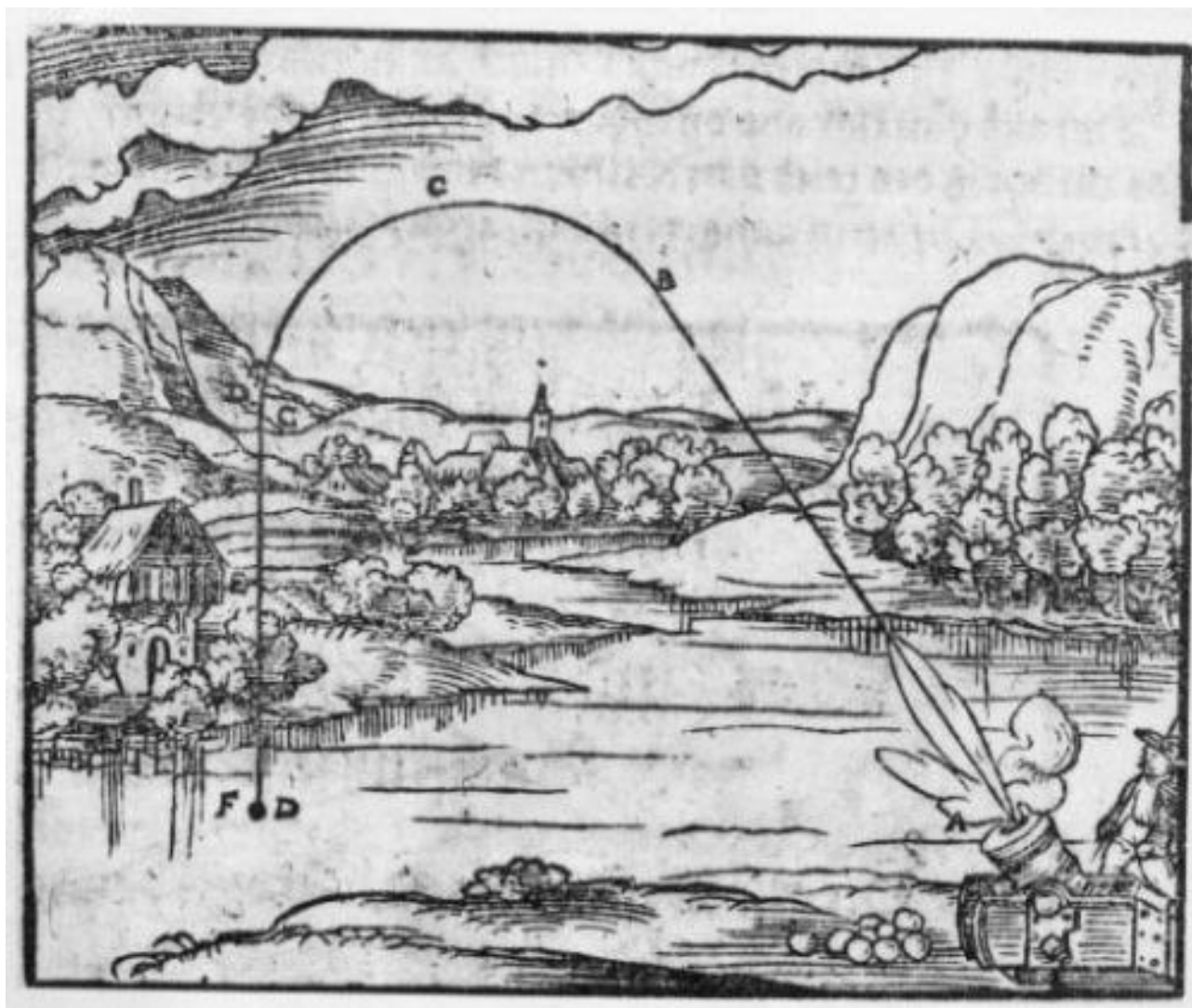


Figura 1

Risultati divisi per classe.

**Analisi classi quinte<sup>11</sup>**: 32 risposte.

Il 25% di esse le possiamo classificare come medievali o pre-galileane; molto interessante è la terminologia usata da una parte di bambini, più del 15% (15,6%) vicina alla teoria della *vis derelicta*<sup>12</sup> di Francesco d'Appignano.

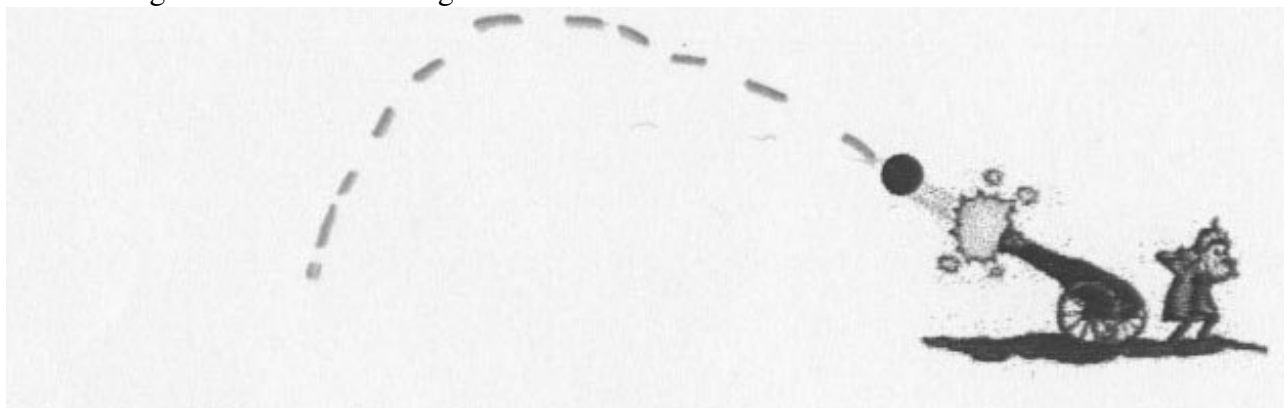
Ecco le risposte<sup>13</sup> che sono in accordo con la teoria dell'Appignanese:

- Perché prima o poi incontrerà un ostacolo o la **forza** con cui l'ha lanciata **finirà**
- Perché prima o poi la **spinta** della palla **si esaurirà** e la palla si fermerà
- La palla si fermerà perché dopo un po' di tempo **la spinta** data da Carlo **finirà** e cadendo per terra si fermerà
- Sì, perché la palla non può restare sospesa in aria, cade e quindi si ferma quando **non ha più la spinta** del bambino
- Perché la palla è stata spinta dalla forza di Carlo ma dopo qualche secondo **la spinta svanisce** e la palla cadrà a terra fermandosi

Altre risposte hanno indicato la presenza di un ostacolo sia definito sia non specificato (...qualcosa che la fermi) per giustificare che la palla si sarebbe arrestata. Molte risposte non hanno la spiegazione o non è chiaramente espressa o meglio non è stata da me compresa.

L'analisi dei disegni ha dato il 37,5% di risposte che possiamo classificare come medievali e un 22% una risposta di tipo galileiana<sup>14</sup>: una parabola.

Alcuni disegni sono identici alla fig. 2



**Figura 2**

<sup>11</sup> Appignano del Tronto 12+Villa Sant'Antonio 20

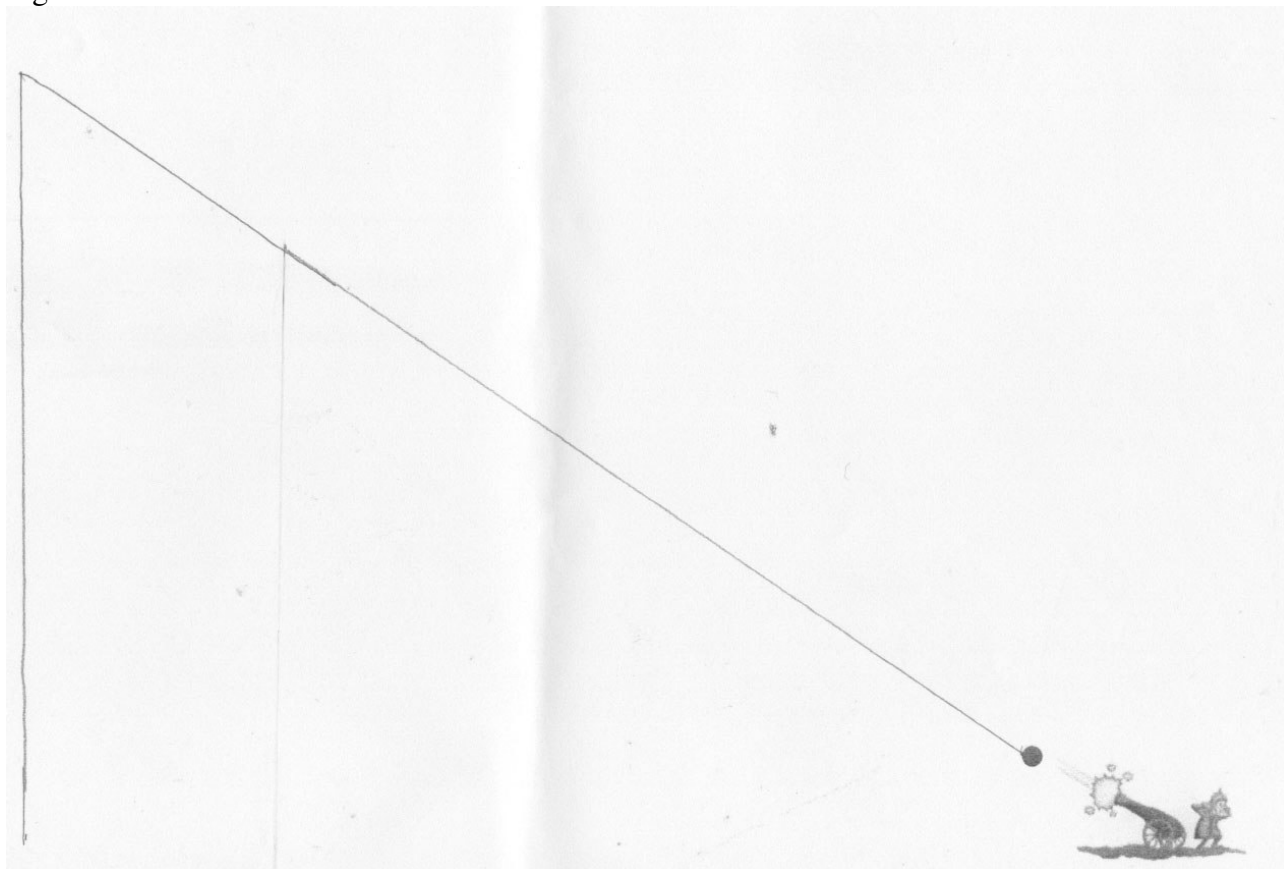
<sup>12</sup> Vedi a cura di Domenico Priori, *Atti del I Convegno Internazionale su Francesco d'Appignano*, Edizione Centro Studi Francesco d'Appignano 2002 e a cura di Domenico Priori e Massimo Balena, *Atti del II Convegno Internazionale su Francesco d'Appignano*, Edizione Centro Studi Francesco d'Appignano 2004. Nel sito: <<http://www.francescodappignano.it>> è possibile trovare tutti gli Atti dei convegni e altri documenti utili allo studio di Francesco d'Appignano.

<sup>13</sup> Ho trascritto esattamente, qui e in seguito, le risposte date dagli alunni, senza nessun intervento.

<sup>14</sup> "...il nostro discorso verterà intorno al moto composto di un moto orizzontale equabile e di un moto *deorsum* naturalmente accelerato (da tale mescolanza, infatti, risulta composta e descritta la linea del proietto, cioè la parabola)" in Galileo Galilei, *Discorsi e dimostrazioni intorno a due nuove scienze, giornata IV, del Moto dei proietti*.

Altri sono di più difficile classificazione ma molti hanno un tratto più ripido nella seconda parte della traiettoria avvicinandosi al disegno di Ryff (fig.1).

Molto interessante è il disegno sottostante che possiamo classificare come eseguito da uno stretto seguace di Avicenna.



**Figura 3**

“Avicenna riteneva che solo un *mail* per volta potesse risiedere in un corpo. Così, nel caso di un moto di proiezione, la forza motrice comunica a un corpo un *mail qasrī* che ne produce il movimento. La gravità del corpo tenderebbe a produrre un *mail* naturale, ma non è in grado di farlo fino alla completa distruzione del *mail qasrī* e finché il proietto non sia pervenuto a una quiete momentanea ( la *quies media* degli autori latini). Dopo una tale quiete , la gravità introduce nel corpo un *mail* naturale che produce il movimento verso il basso.”<sup>15</sup>

**Analisi classi quarte**<sup>16</sup>: 62 risposte.

Le risposte vicine alla elaborazione di Francesco d'Appignano sono state più del 6% (6,5 %):

- Secondo me la palla si fermerà perché, alla fine , **non avrà più la forza** di come era stata lanciata
- Ho messo no, perché secondo me la palla , prima di fermarsi deve **diminuire la forza**
- La palla palleggia, poi **non ha più spinta** e si ferma
- Perché secondo me dopo aver battuto per terra e dopo aver rotolato si fermerà perché **non ha più spinta**

*Molto interessanti sono state le risposte:*

- L'aria la spinge
- Si ferma perché, la palla si muove se qualcuno la muove se no è il **vento** che la muove

<sup>15</sup> Marshall Clagett. *La scienza nel medioevo*, Feltrinelli, p. 540.

<sup>16</sup> Appignano del Tronto 13 + Villa Sant'Antonio 35 + Villa Sant'Antonio 14.

traspare chiaramente una motivazione vicina alle idee di Aristotele, posizione ribadita dalla risposta di un altro bambino:

- Secondo me, la palla si ferma perché dopo un po' che ha rimbalzato non riesce a sorreggere il peso. **L'aria la manda più veloce** ma il **peso** non la sorregge

Aristotele spiega la funzione dell'aria nei libri IV<sup>17</sup> e VIII<sup>18</sup> della *Fisica*.

Il concetto di pesantezza e leggerezza, rintracciabili facilmente nell'opera di Aristotele, sono presenti:

- Secondo me si fermerà perché con la **pesantezza** atterra
- Secondo me si fermerà perché la palla non è **leggera** ma è **pesante**

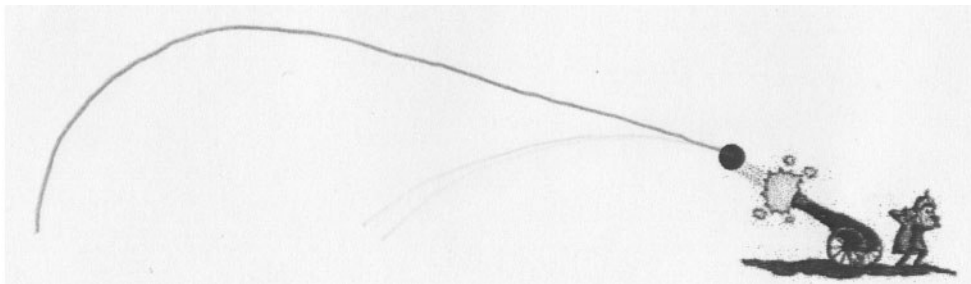
Anche la gravità compare nelle risposte, a volte con esattezza:

- Si ferma e cade perché la forza di gravità non permette di far rimanere gli animali, le cose e le persone per aria
- Perché c'è la forza di gravità quindi la palla rimbalza per terra  
altre e in modo non comprensibile:
- Nell'aria non c'è gravità

Altre risposte mostrano una "logica" stringente:

- Secondo me si fermerà perché la palla non ha le ali
- Perché la palla non cammina da sola
- Perché la palla non vola

Dei disegni segnalo fig.4



**Figura 4**

<sup>17</sup> "... i proiettili si muovono, sebbene non più toccati da parte di chi li ha lanciati, o per forza di reazione, come affermano alcuni, oppure in quanto l'aria, spinta, a sua volta imprime una spinta con in movimento più veloce di quello secondo il quale esso si muove verso il proprio luogo naturale." Aristotele, *Fisica*, IV, 8, 215a 15. ed. a cura di Luigi Ruggiu, Rusconi Libri, 1995.

<sup>18</sup> "...il primo motore fa in modo che muovano come motore o l'aria o l'acqua o qualcos'altro di questo tipo che per natura o muovono o sono mosse. Ma tale cosa non cessa di muovere e di essere contemporaneamente mossa." Aristotele, *Fisica*, *op.cit.* VIII, 10, 267a 5..

e le figg. 5 e 6 di un'altra scuola



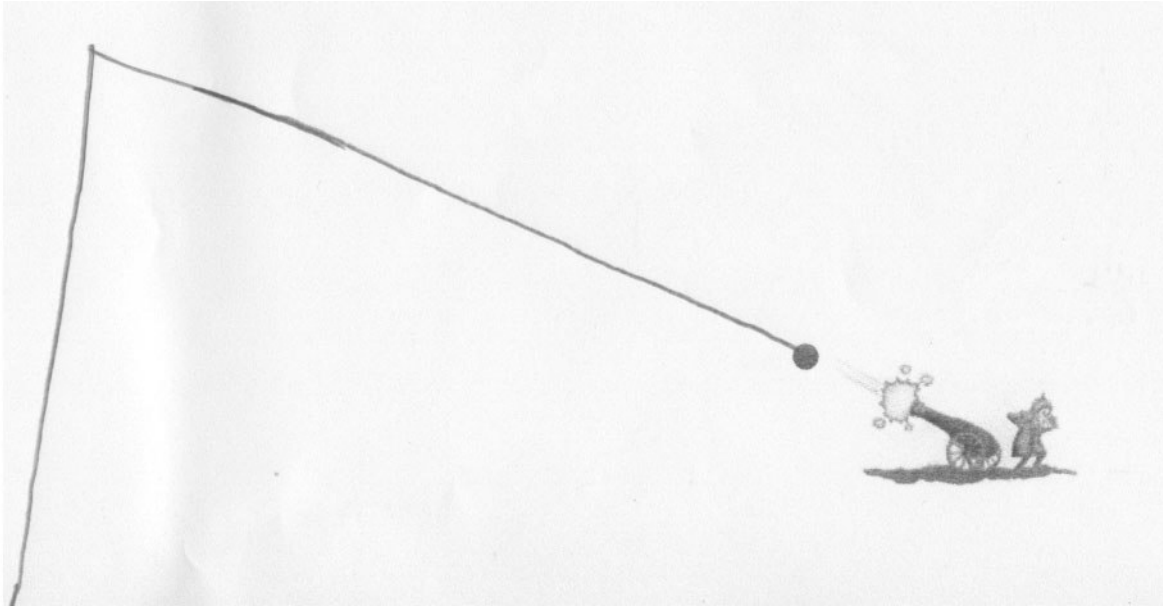
**Figura 5**



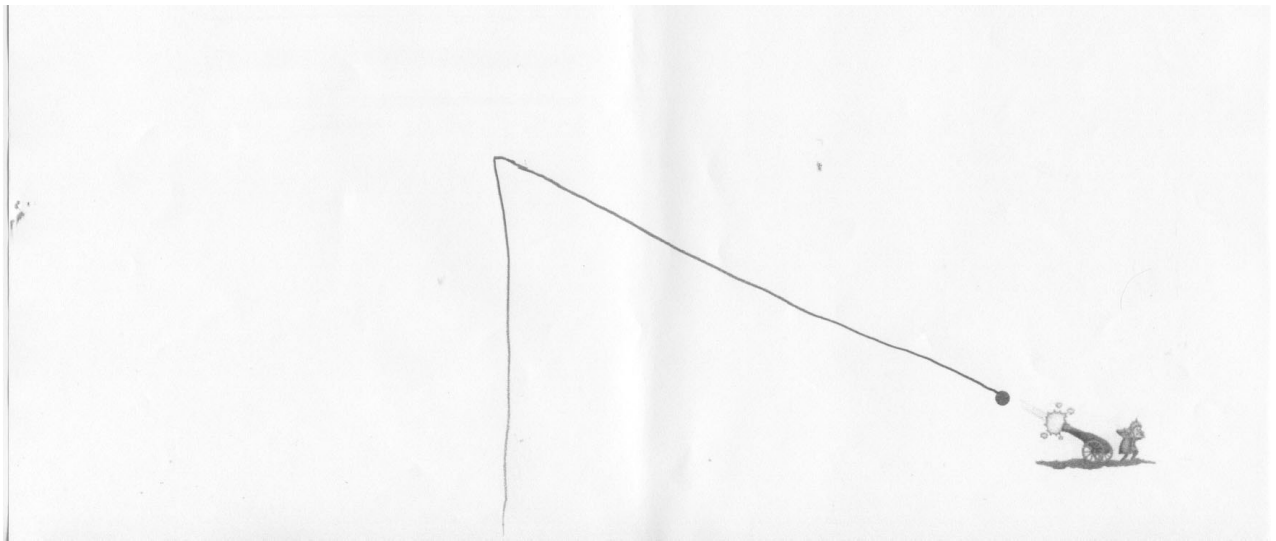
**Figura 6**

sostanzialmente identici. Tralascio di riportare altri disegni simili.

Molto interessante è l'aumento di seguaci di Avicenna nelle quarte classi come si può vedere nelle figg. 7 e 8



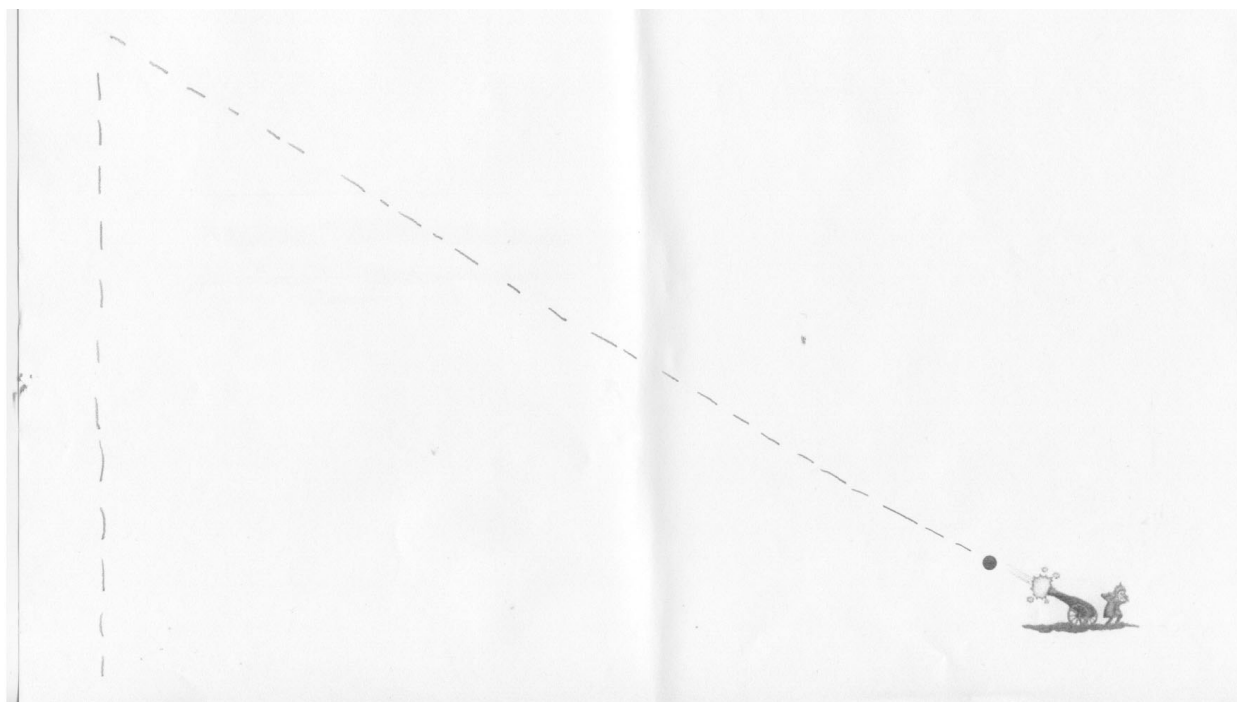
**Figura 7**



**Figura 8**



e nella fig. 9, di un'altra scuola



**Figura 9**

Maggiore dell'11% la percentuale di parabole più o meno perfette.

Il 22,5 delle traiettorie finiscono fuori dal foglio, questo è un aspetto che non sono riuscito a spiegare.

**Analisi classi terze<sup>19</sup>**: 45 risposte.

Le risposte riguardanti opinioni assimilabili alla posizione di Francesco d' Appignano sono circa il 9% (8,88%):

- Perché quando la **forza** del calcio **finirà** quel pallone dovrà cadere
- Perché prima o poi **la forza** a cui Carlo ha lanciato la palla **finisce** e si ferma
- La palla si fermerà perché **non ha sufficiente forza** per continuare il tragitto (lo stesso bambino traccia una perfetta parabola)
- La palla si fermerà prima o poi perché andando sempre più in là **perderà potenza** e sarà costretta a fermarsi

In una risposta si intravede, forse, il principio di inerzia:

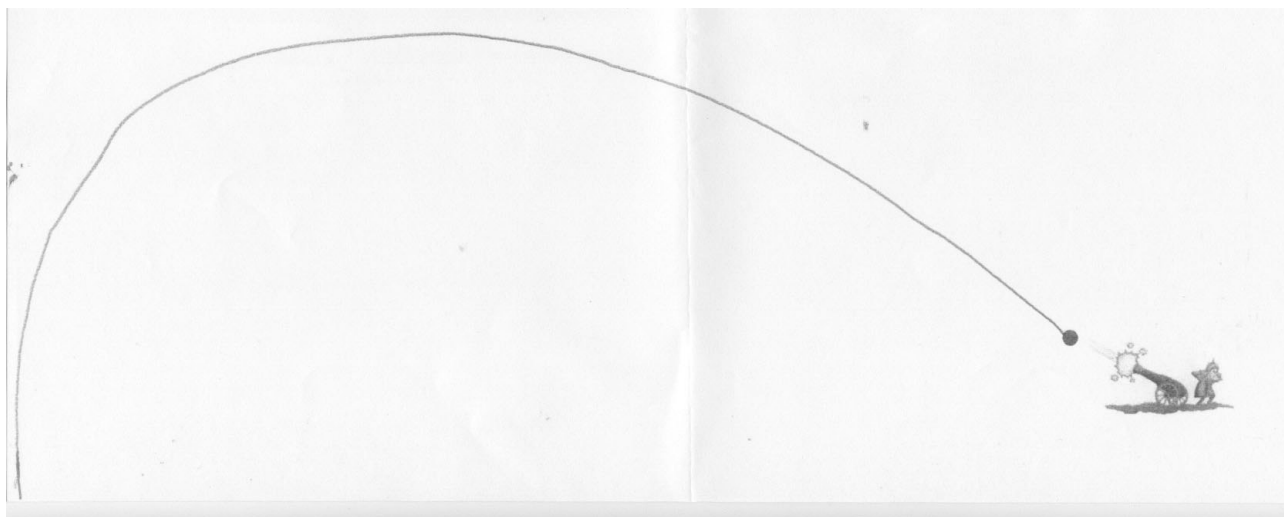
- Credo che la palla non si fermerà

In altre si attribuisce vita agli oggetti:

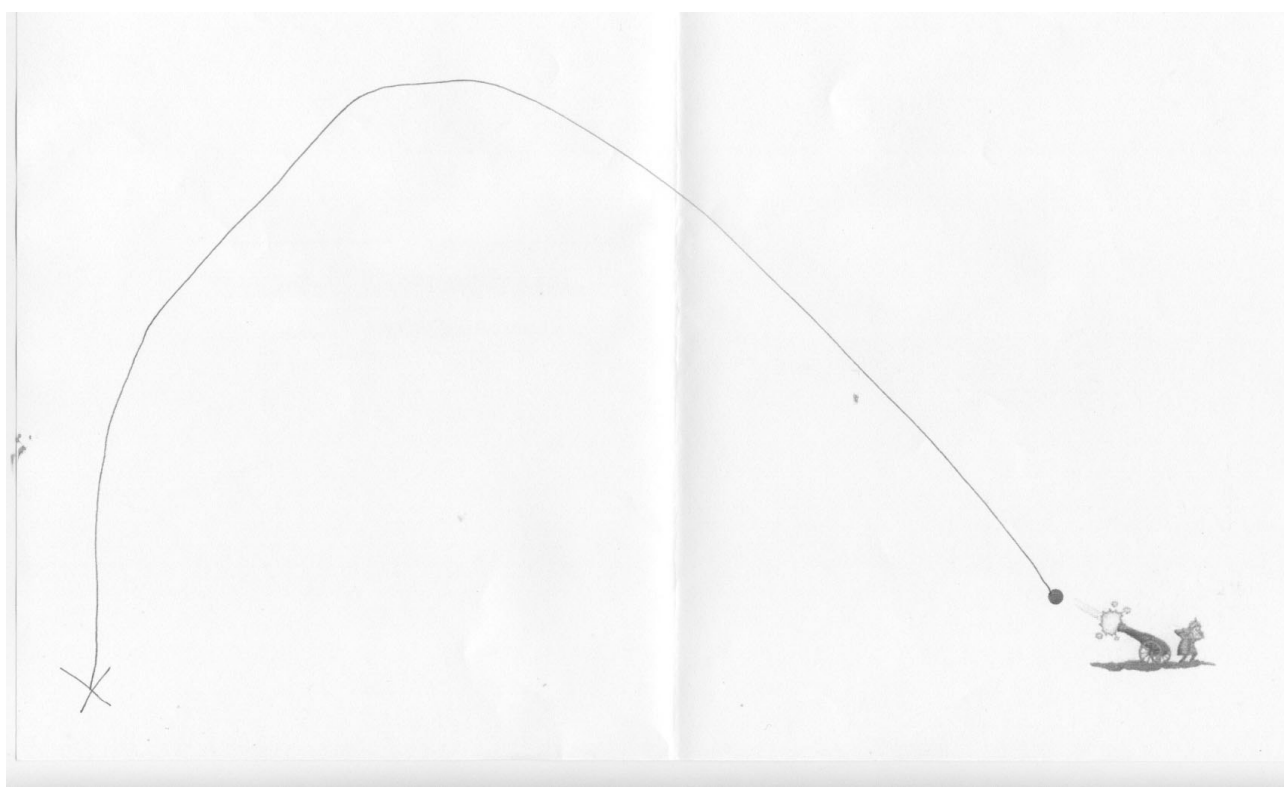
- Perché la palla non vive e prima o poi si ferma ( disegna una parabola perfetta)
- Perché la palla non ha le ali e non è un essere vivente

Nei disegni la percentuale di traiettorie paraboliche sono il 20%, significativa è la percentuale di disegni simili a Ryff vicina al 9% vediamo per esempio le figg. 10 e 11.

<sup>19</sup> Appignano del Tronto 14 + Villa Sant' Antonio 15 + Villa Sant' Antonio 16.

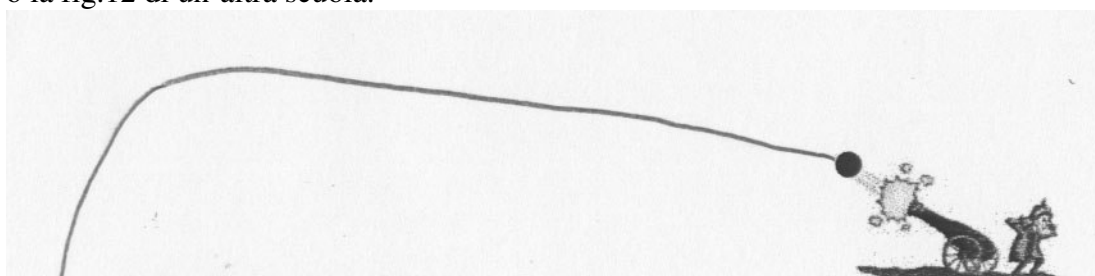


**Figura 10**



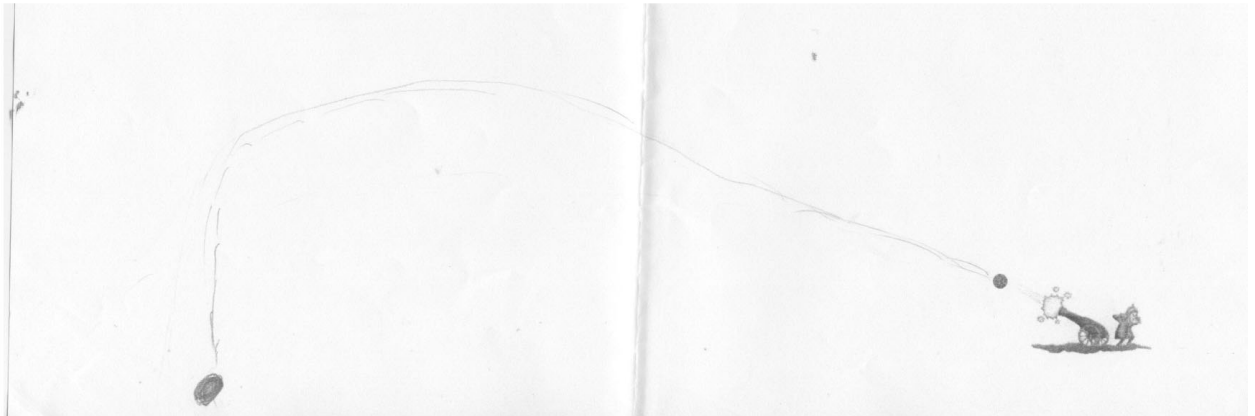
**Figura 11**

o la fig.12 di un'altra scuola.



**Figura 12**

Le traiettorie Avicenniane: vedi le Figg. 13 e 14



**Figura 13**



**Figura 14**

oltre il 6% se consideriamo un pentito che ha cancellato (fig. 15) ma è interessante perché ha lasciato che la traiettoria andasse oltre il foglio.



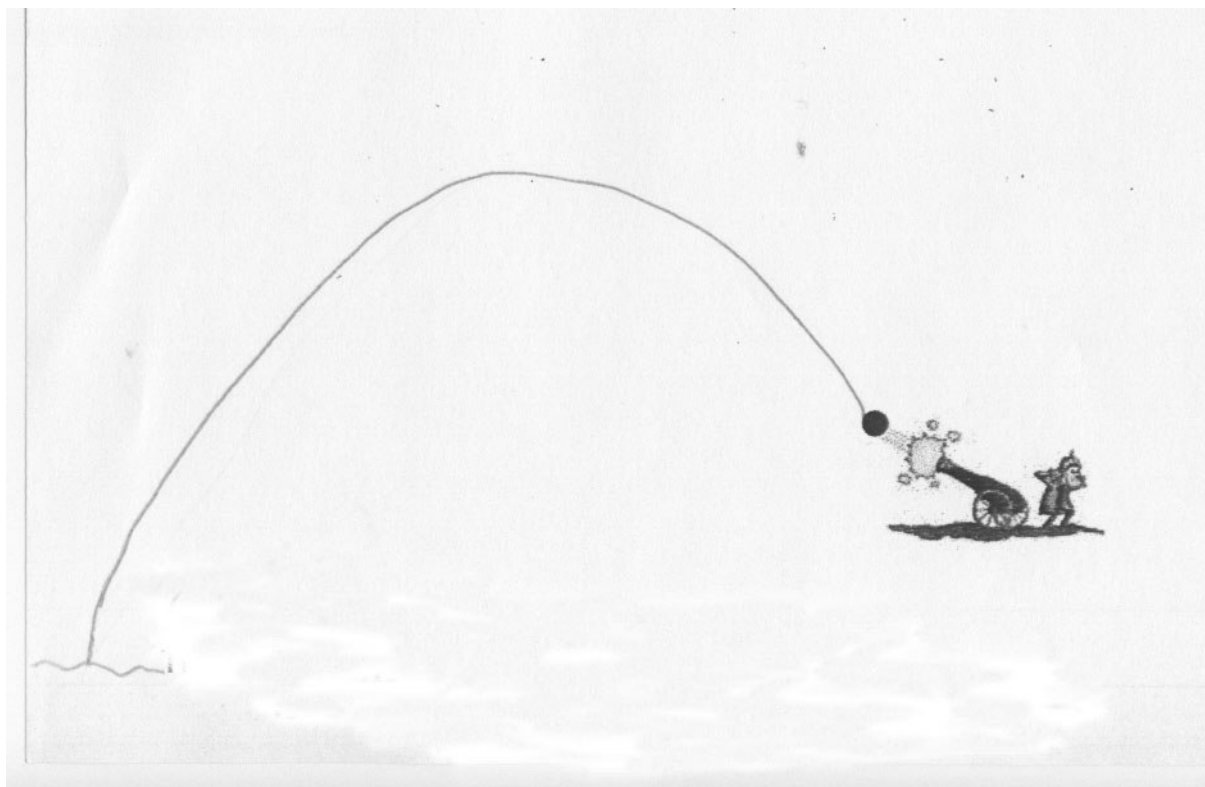
**Figura 15**

**Analisi classe prima<sup>20</sup>**: 13 risposte.

Per i più piccoli chiaramente l'analisi è stata fatta solo con il disegno e il campione è esiguo. La maggioranza dei disegni, comprensibili, vanno oltre il foglio e la traiettoria parabolica ha il 15%, un esempio nella fig. 16.

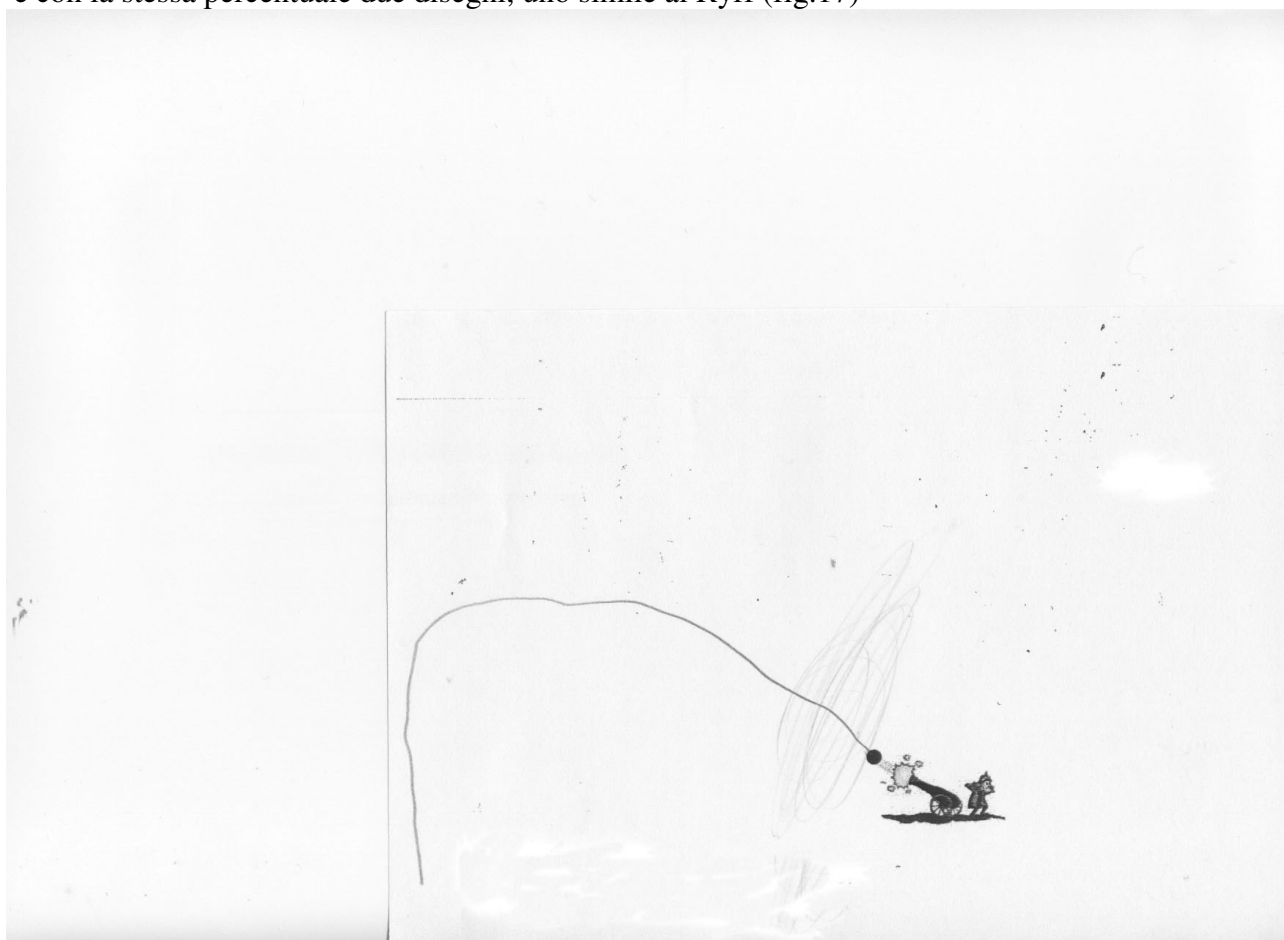
---

<sup>20</sup> Appignano del Tronto.



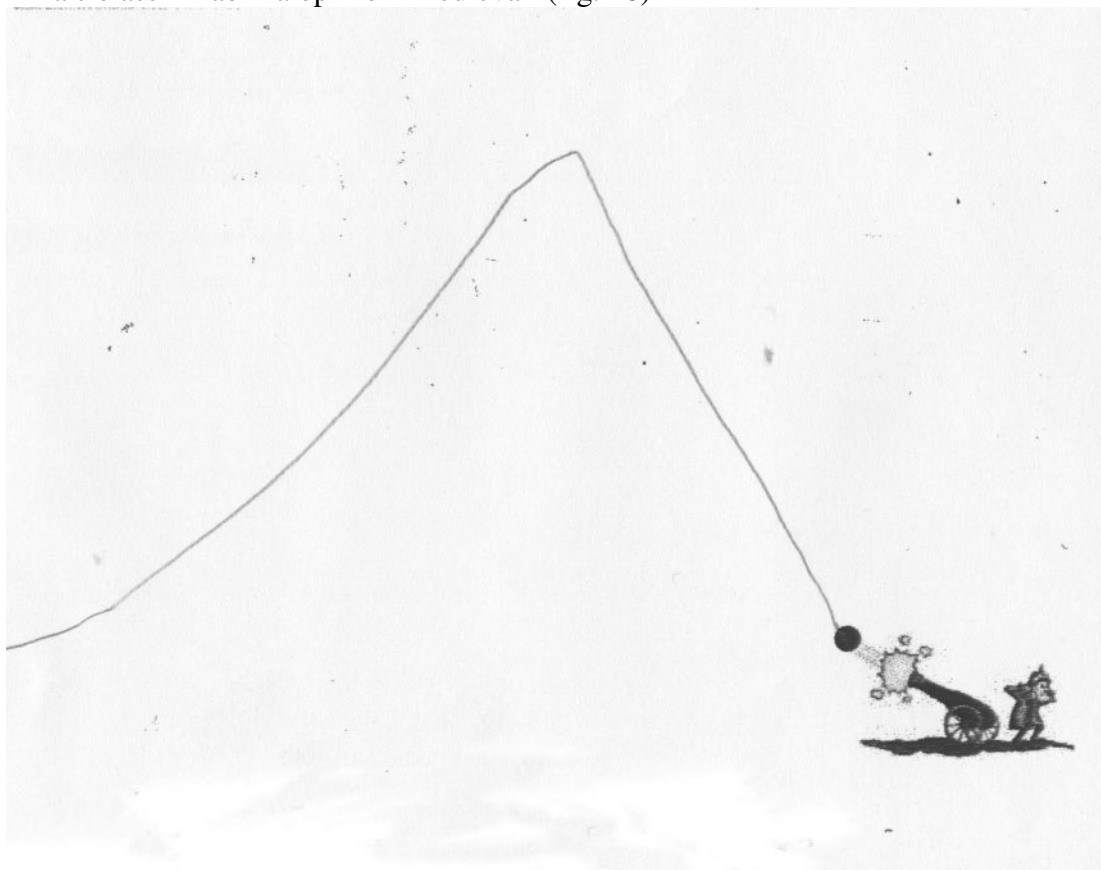
**Figura 16**

e con la stessa percentuale due disegni, uno simile al Ryff (fig.17)



**Figura 17**

E l'altro assimilabili a opinioni medievali (fig. 18)

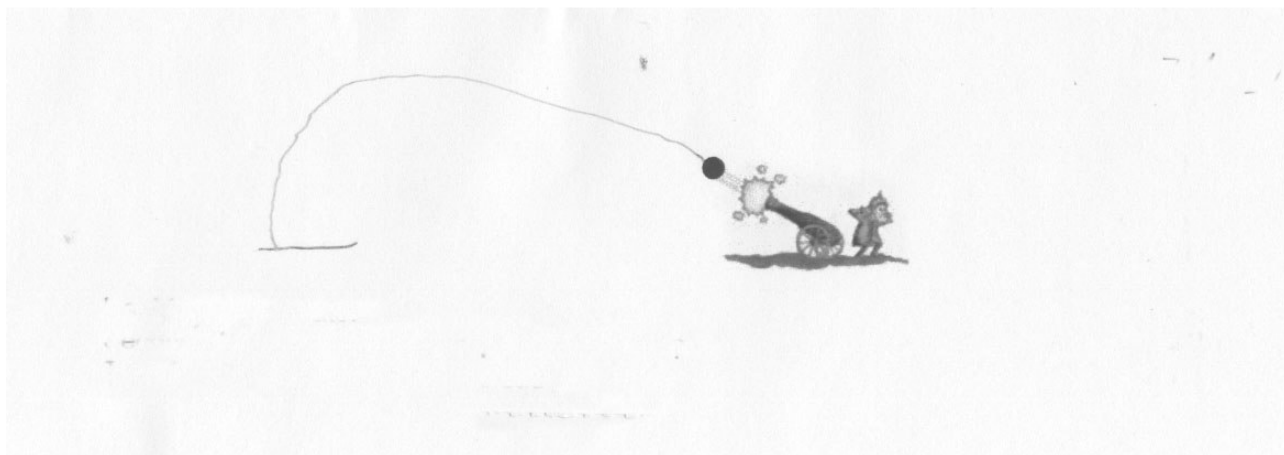


**Figura 18**

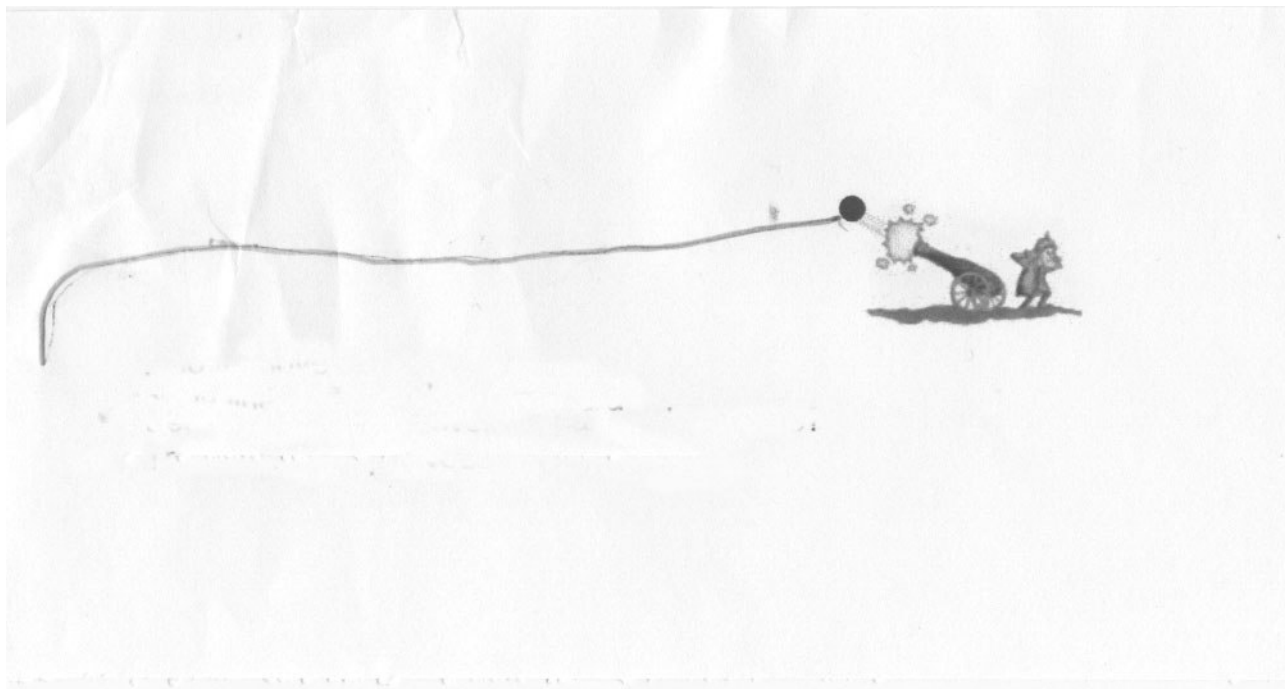
**Analisi classi seconde:** 13+17 e 12+13 risposte.

Sempre la stessa classe di Appignano del Tronto utilizzata, come campione, abbiamo proposto altre domande.

Nella prima prova si è rilevato che quasi il 50% tracciava delle traiettorie che andavano oltre il foglio. Nella successiva, solo disegno, si è ricorso ad un foglio più grande e abbiamo posizionato il cannone in basso a destra. Le traiettorie oltre il foglio sono risultate percentualmente identiche. Significative le risposte tipo Ryff (figg. 19 e 20)



**Figura 19**



**Figura 20**

che hanno proprio un andamento medievale. La percentuale delle traiettorie paraboliche è del 23%.

Riporto un solo esempio in fig.21



**Figura 21**

Le risposte scritte spiegano che la palla si fermerà:

- Perché la palla è un po' **pesante**

Un altro invoca la gravità:

- Perché c'è una forza di gravità che ci tiene attaccato ci stacciamo solo se saltiamo ma dopo torniamo giù

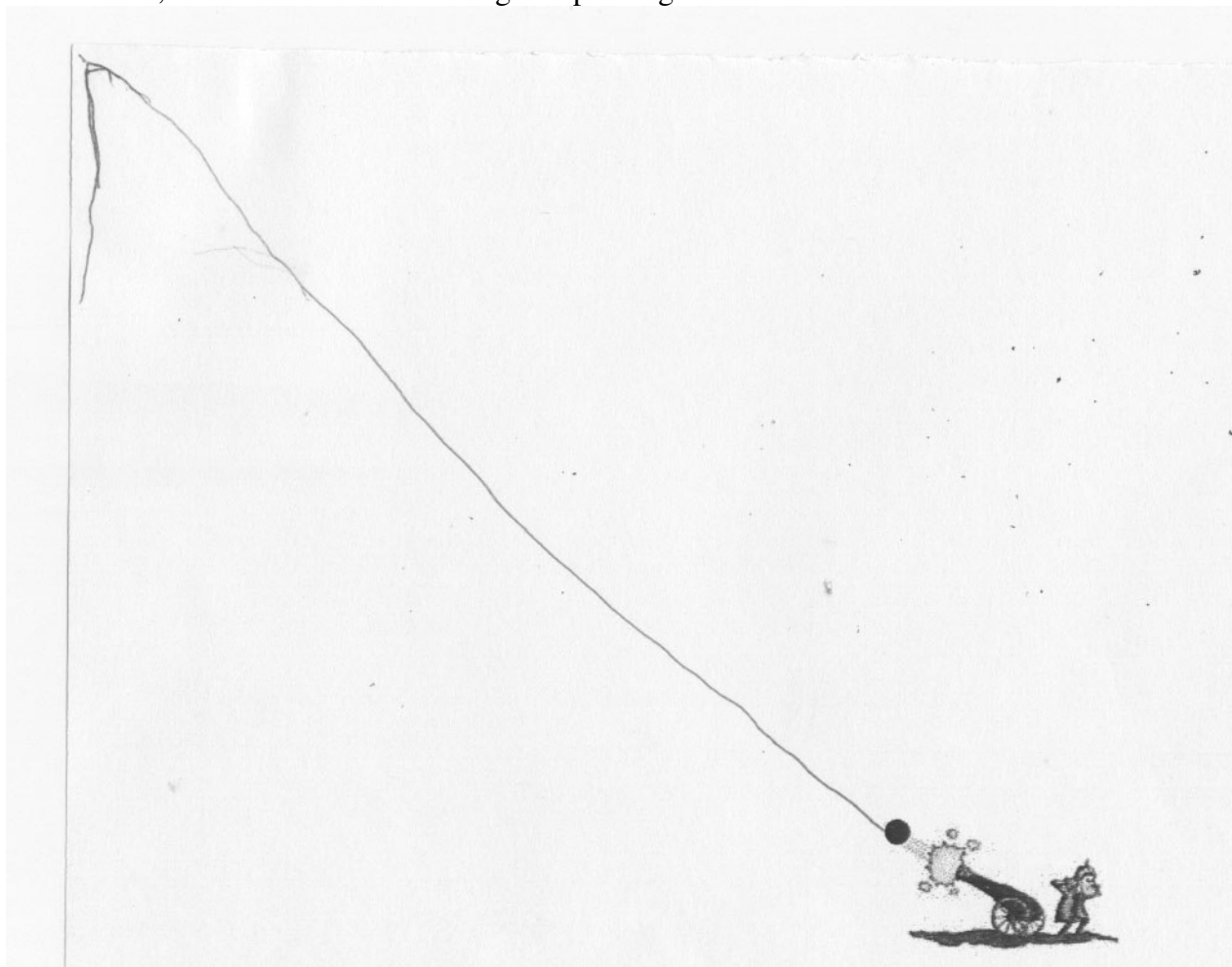
Un altro bambino è vicino alla posizione dell'Appignanese:

- Perché dipende con la forza in cui la spinta Carlo se la **spinta** è leggera la palla si ferma prima, se è più grossa la palla si ferma dopo

Una risposta afferma che la palla non si ferma e spiega perché:

- L'aria non può trasportare

Vari sono i disegni molto vicini al tipo Ryff, quello in fig. 22 forse può essere classificato come avicenniano; arriva fino al limite del foglio e poi va giù.



**Figura 22**

Abbiamo, con l'insegnante Elena Valianti, elaborato una situazione diversa. L'insegnante a voce illustrava una situazione reale: spingo una sedia quando non la spingo più si ferma; e invitava a dare e a disegnare una spiegazione.

- Se io spingo la sedia questa si muove. Se smetto di spingere la sedia questa si ferma perché secondo me la sedia **non ha più la spinta**
- Se io spingo la sedia questa si muove se smetto di spingere questa sedia si ferma perché questa **non ha la forza di spingersi** trascinandosi da sola
- Se io spingo la sedia questa si muove se smetto di spingere la sedia questa si ferma perché la sedia se non la spingo si ferma e **non ha più la spinta**

Nelle risposte precedenti sono evidenti posizioni simili a quelle di Francesco d'Appignano.

La risposta:

- Se io spingo la sedia questa si muove se smetto di spingere la sedia questa si ferma perché è pesante e sotto **non slitta**

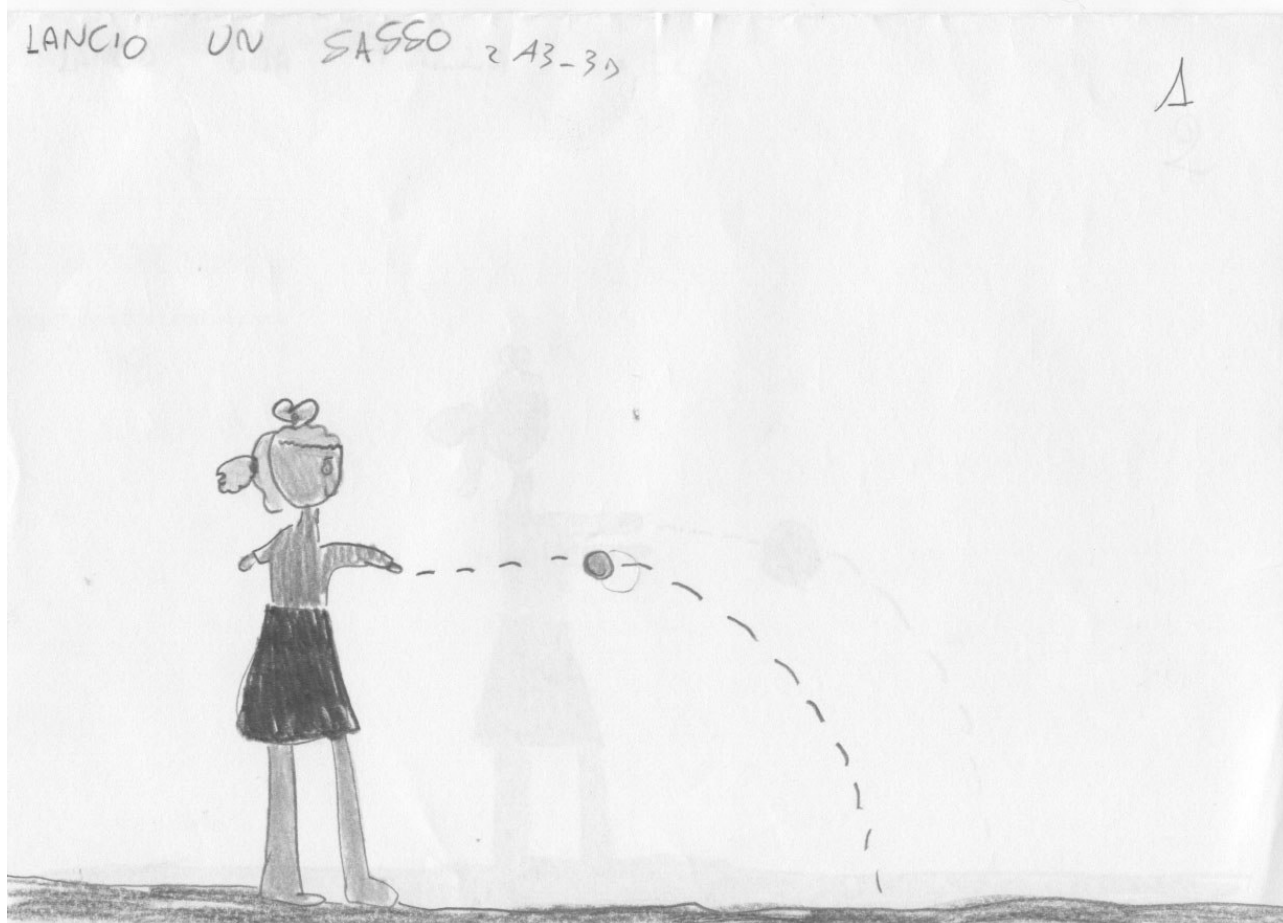
È importantissima perché è la sola che evidenzia l'attrito.

Altre risposte sottolineano la leggerezza e la pesantezza.

L'altra situazione presentata dalla maestra Elena Valianti richiedeva di disegnare il lancio di un sasso e di una gomma.

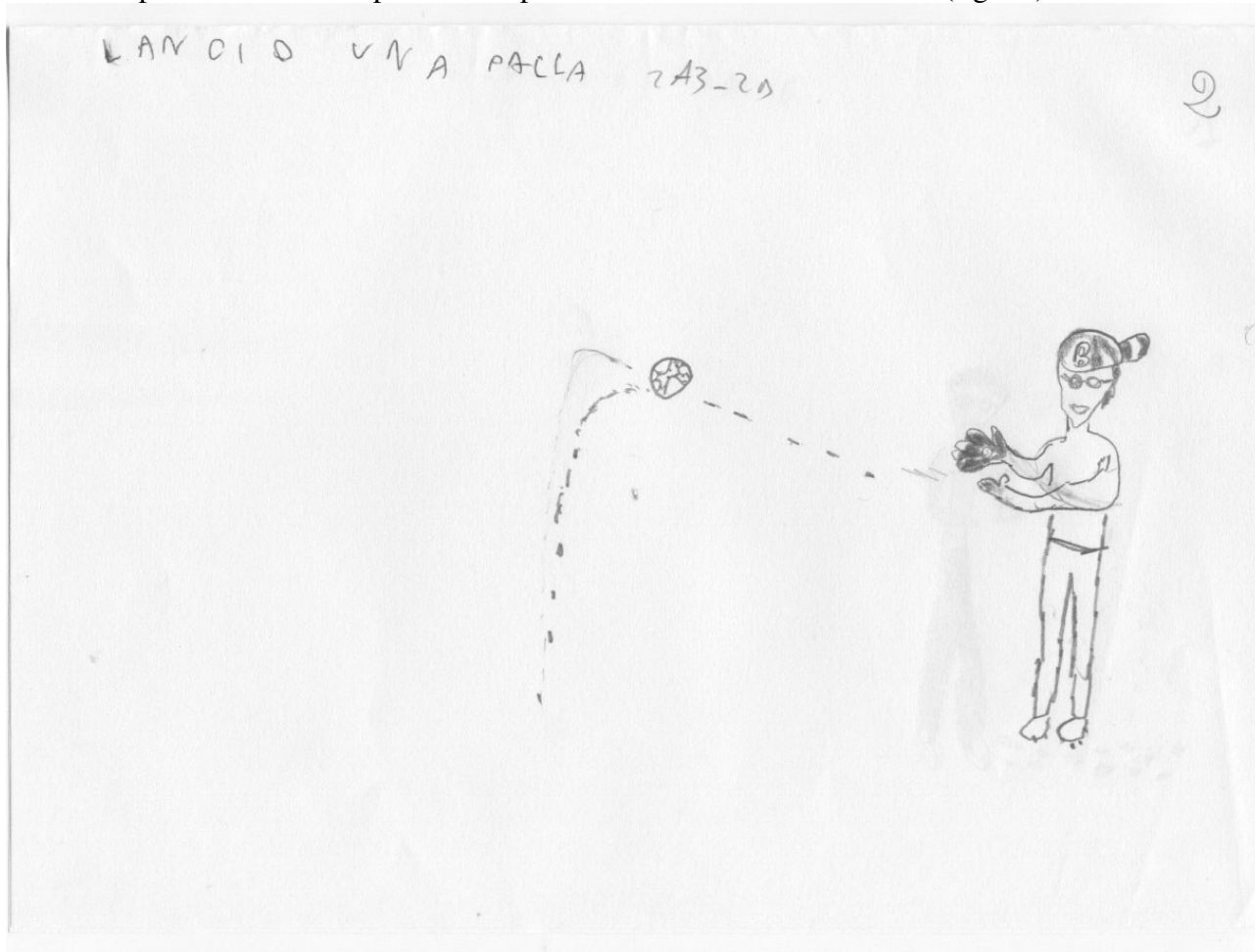


Nelle risposte abbiamo dei disegni corretti: traiettoria parabolica (fig.23)



**Figura 23**

e anche la presenza di una risposta che è possibile avvicinare ad Avicenna (fig. 24)



**Figura 24**

L'analisi dei disegni mostra un 22% di traiettorie paraboliche, è difficile stabilire con certezza le vere paraboliche.

Poi altre definite a vario titolo medievali sono circa il 20,3%.

## **Conclusioni**

E' risultato che le esperienze percettive di Aristotele, di Avicenna, di Francesco d'Appignano,... sono sostanzialmente identiche a quelle rilevate in un contesto contemporaneo non "inquinato" da studi scientifici.

Le premesse mi consentono di sottrarmi a trarre delle conclusioni, ma sono convinto che senza uno studio approfondito su questi aspetti che chiamiamo fisica ingenua gli sforzi per una efficace didattica delle scienze sono destinati a fallire. "Se dovessi condensare in un unico principio l'intera psicologia dell'educazione direi che il singolo fattore più importante che influenza l'apprendimento sono le conoscenze che lo studente già possiede. Accertatele e comportatevi in conformità nel vostro insegnamento."<sup>21</sup>

Infine come non evidenziare l'affascinante ipotesi di un parallelismo tra storia delle scienze e pensiero dei bambini che possa essere utile a spiegare la nascita e lo sviluppo dei concetti nelle varie discipline e come non raccomandare nella didattica delle scienze l'uso del loro formarsi storico.

<sup>21</sup> D. P. Ausubel, *Educazione e processi cognitivi*, ed. it., 1983.

### Ringraziamenti

Fondamentali sono state le letture dei lavori di Paolo Bozzi e Graziano Cavallini, ben oltre le citazioni in questo studio, e le proficue discussioni con gli amici e colleghi Massimo Balena ed Emidio Santoni.

La lettura della *Percezione del moto: dall'intuizione alla fisica*, tesi di Laurea della dottoressa Margherita Coda è stata di grande interesse.

Ringrazio della collaborazione le maestre: Valianti Elena, Petrillo Silvana, Leopardi Francesca, Capecci Lina, Traini Paola, Giovannozzi Filomena, De Paolis Gabriella, Calvaresi Annarita, D'Angelo Franca, Fioravanti Maria Giuseppina, Luciani Rita, Polini Ivana.